



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA**

**INGENIERÍA MECÁNICA**

**Reactivación de la Fresadora Universal del taller de máquinas  
herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria de la  
Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro  
Arauz Palacios.**

**AUTORES:**

Br. David Blanco Solórzano  
Br. Cyntia Vera Quiroz Zepeda

**TUTOR:**

Dr. Jorge Alberto Rodríguez García

**Managua, 6 de octubre 2017.**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Tecnología de la Industria

### DECANATURA

Lunes, 30 de enero del 2017

Brs. David Blanco Solórzano  
Cynthia Vera Quiroz Zepeda

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado **“Reactivación de la fresadora universal del taller de máquinas herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria de la Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios”**, para obtener el título de **Ingeniero Mecánico** y que contará con el Dr. Jorge Alberto Rodríguez García, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,



C/c Archivo  
DCH/art

  
MBA. Daniel Cuadra Horney  
Decano

Managua, 6 de Octubre 2017.

### Carta de Tutor

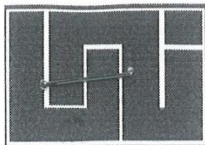
Por medio de la presente hago constar que se ha realizado una revisión detallada del trabajo monográfico que llevaron a cabo el **Br. David Blanco Solórzano** y la **Br. Cyntia Vera Quiroz Zepeda** estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica, con el tema: **"Reactivación de la Fresadora Universal del taller de máquinas herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria de la Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios"**.

Doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a defensa.



---

Dr. Jorge Alberto Rodríguez García



*Líder en Ciencia y Tecnología*

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**F-8: CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**BLANCO SOLÓRZANO DAVID**

Carne: **2012-41059** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

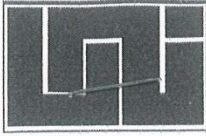
Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los siete días del mes de febrero del año dos mil diecisiete.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez  
Secretario de Facultad



**Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653**



*Líder en Ciencia y Tecnología*

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**F-8: CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**QUIROZ ZEPEDA CYNTHIA VERA**

Carne: **2012-41537** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los siete días del mes de febrero del año dos mil diecisiete.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez  
Secretario de Facultad



**Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653**



21 de Julio, 2017.

Ing. Guillermo Mahidi Barreto Romero

Jefe de departamento de taller.

Sus manos

Taller de Maquinas Herramientas.

Por este medio le hacemos entrega de la **Fresadora Universal** marca **ELIOTT** **modelo UO UNIVERSAL** del taller de máquinas herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria de la Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios. Haciendo constar que la maquina se encuentra en perfecto estado tanto en la parte mecánica, estética y eléctrica, habiendo realizado una serie de pruebas para garantizar el correcto funcionamiento de cada una de sus partes.

Con la finalidad de optar al título de ingeniero mecánico con la tesis "**Reactivación de la Fresadora Universal del taller de máquinas herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria de la Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios.** Logrando culminar el trabajo con el tutor **Msc. Jorge Rodríguez.**

Conforme con nuestro trabajo.

Entregan:

Br. David Blanco Solórzano

n° Carnet: 2012-41059

Br. Cyntia Vera Quiroz Zepeda

n° Carnet: 2012-41537

Recibe:

Ing. Guillermo Mahidi Barreto Romero

Taller de Maquinas Herramientas



## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso que me ha fortalecido a lo largo de mi camino y enseñado lo importante en la vida y por haber permitido llegar hasta este momento tan importante para formarme como futuro profesional.

A mis padres por darme todo su apoyo siempre, por creer en mí y por darme todo su amor, confianza y lealtad en todo momento sin importar las circunstancias y diferencias. A mis compañeros de clase y demás conocidos que de una u otra forma han aportado en gran parte de mi vida sabias enseñanzas y que gracias a su apoyo me han guiado hasta el final para llegar a culminar mi carrera profesional. A mis profesores por ser quienes están brindándome todo su apoyo para la realización de este proyecto y por inculcar los valores para llegar a ser una mejor persona.

**David Blanco Solórzano**

A Dios primeramente por darme las fuerzas de seguir adelante, aun en los momentos más difíciles, por haberme guiado todo este tiempo por el buen camino y permitirme haber recibido una muy buena educación en esta Universidad de prestigio para mi formación como futuro profesional.

A mis padres que en todo momento nunca dejaron de creer en mí, siempre formándome con grandes hábitos, sentimientos y valores desde el hogar, el cual han creado una gran persona en mí. A mis compañeros de clase y demás conocidos que gracias a su apoyo me han guiado hasta el final para llegar a culminar mi carrera profesional.

A mis profesores que a través del tiempo me enseñado e inculcado valores y todo lo necesario para desempeñarme como futuro profesional.

**Cyntia Vera Quiroz Zepeda**



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios sobre todas las cosas por acompañarme en mí día a día, protegiéndome y guiando mis pasos en todo momento.

A mis padres por su apoyo incondicional en mis estudios, por haberme dado todas las herramientas y enseñanzas en la vida, por tener fe en mí y darme todo para que siga adelante en mi camino. A mi amiga y compañera de tesis Vera que con todo su apoyo hizo posible la realización de este proyecto y por ser una gran persona.

Por último, a todas las personas que han estado presente en mi vida y que me apoyaron directa o indirectamente de forma incondicional.

### **David Blanco Solórzano**

Agradezco de todo corazón a Dios sobre todas las cosas por guiarme en todo el transcurso de mi vida y que sin importar las dificultades nunca me abandona.

A mis padres que me han enseñado a perseverar y luchar para cumplir todas mis metas, a nunca darme por vencido sin importar nada. A mi amigo y compañero de tesis David y que con todo su apoyo hizo posible la realización de este proyecto y por ser una gran persona.

### **Cyntia Vera Quiroz Zepeda**

## **RESUMEN DEL TEMA**

Esta monografía consiste en la puesta en marcha en su totalidad de la Fresadora Universal marca Eliot modelo UO Universal. En este documento se encuentra información general a como lo son tipos de máquinas herramientas, operaciones que se realizan con esta máquina herramienta, clasificación de la maquina herramientas, tipos de movimiento etc.

En el desarrollo del trabajo se realiza el diagnóstico de la fresadora, en esta sección del trabajo se define cuáles son las causas por las cuales la fresadora no está funcionando. Se subdivide en diferentes partes según el área diagnosticada de la máquina. Estética es la primera parte, aquí se hace énfasis en la apariencia de la maquina tanto de su estructura como en sus placas de operación de los procesos de maquinado. La siguiente parte es acerca del sistema eléctrico, donde se toma en cuenta el motor, las protecciones, los conductores y Contactores, otro aspecto que se tomo fue la mecánica en la que se consideran las piezas con falta de lubricación, la bomba de fluido de corte, la mesa de trabajo y todo lo relacionado al funcionamiento mecánico del sistema.

La siguiente etapa del trabajo consiste en la corrección de cada una de las partes en mal estado diagnosticada en la fresadora, aquí se describe paso a paso cada una de las piezas sustituidas y el proceso de trabajo para cada una de las partes. Cabe recalcar que la mayoría de las imágenes en esta parte pueden ser utilizadas para realizar un desarme de la maquina por posible fallo en el futuro.

De ultimo de se realizan pruebas con la máquina para comprobar el funcionamiento de la totalidad de la fresadora, la mayor prueba realizada en la fabricación de una rueda dentada donde se necesitan el funcionamiento total de la máquina.

Se realiza una valoración económica para determinar que salía más rentable, o la reactivación o la compra de una nueva máquina.

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>III. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>IV. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
MARCO TEÓRICO .....	5
<b>CAPÍTULO I: DIAGNOSTICO DE LA FRESADORA UNIVERSAL MARCA ELIOTT MODELO UO UNIVERSAL.....</b>	<b>27</b>
1. ESTÉTICA DE LA FRESADORA.....	27
2. SISTEMA ELÉCTRICO. ....	28
3. SISTEMA MECÁNICO.....	31
<b>CAPITULO II: MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PUESTA EN MARCHA DE LA FRESADORA UNIVERSAL MARCA ELIOTT MODELO UO UNIVERSAL .....</b>	<b>33</b>
1. ESTÉTICA DE LA FRESADORA .....	33
2. SISTEMA ELÉCTRICO. ....	40
3. SISTEMA MECÁNICO.....	43
<b>CAPÍTULO III PRUEBAS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA FRESADORA UNIVERSAL MARCA ELIOTT MODELO UO UNIVERSAL .....</b>	<b>46</b>
1. PRUEBAS REALIZADAS.....	46
2. VALORACIÓN ECONÓMICA.....	50
3. MANUAL DE OPERACIÓN DE LA FRESADORA .....	52
4. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA FRESADORA .....	54
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>69</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>71</b>

## **I. Introducción**

En la presente investigación se desarrollará el proceso para la reactivación de la Fresadora universal marca ELIOTT modelo UO UNIVERSAL del taller de máquinas herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria, la cual estuvo inactiva durante varios años impidiendo el desarrollo de prácticas de laboratorio e investigaciones destinadas a la industria.

Este trabajo está orientado a todos los estudiantes y docentes que deseen conocer el plan de mantenimiento de la fresadora universal, para dar solución a posibles percances que se presenten y garantizar su óptimo funcionamiento.

Este proceso se llevó a cabo con material encontrado en el laboratorio de máquinas herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria, material encontrado en la web y ayuda de docentes de la facultad.

## **II. Antecedentes**

La fresadora universal ha sido utilizada para efectuar las prácticas de laboratorio para las clases maquina herramientas y proceso de manufactura, de la Facultad de Tecnología de la Industria cumpliendo con el objetivo principal de consolidar los conocimientos del funcionamiento de esta máquina herramienta, que se imparten de forma teórica en las asignaturas anteriormente mencionadas.

Este equipo fue recibido por una donación inglesa hace varias décadas en los años setenta que inicialmente pertenecía al instituto técnico que estaba ubicado donde es actualmente el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios.

Esta máquina herramienta fue restaurada aproximadamente en el 2008, gracias a una brigada cubana quedando en perfecto estado, pero fue hasta el año 2010 que la maquina dejo de funcionar debido a la falta de mantenimiento en está, en la cual se dañó el sistema eléctrico aproximadamente en un 90%, ciertas piezas mecánicas estaban sin lubricación las cuales se pegaron unas a otra, quedando inhabilitadas las prácticas de laboratorio de fresadora universal para las asignaturas de máquinas herramientas, procesos de manufactura II donde se lleva a cabo la realización de ruedas dentadas, cuñeros, ranurados etc.

### III. Justificación

El presente trabajo se elaboró por la necesidad que existe de realizar las prácticas de laboratorio del taller de máquinas herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria, debido a que es importante conocer y analizar cada uno de los procesos necesarios para la utilización adecuada de una fresadora universal marca ELIOTT modelo UO UNIVERSAL poniendo en práctica todos los conocimientos adquiridos en la asignatura correspondiente así como también que sirva de base para el uso de estas máquinas en los laboratorios y actividades de investigación. Cabe mencionar que el taller de máquinas herramientas solo cuenta con una fresadora universal, por lo tanto, es de suma importancia que se encuentre en condiciones óptimas para su utilización.

Finalmente, los costos por reparación se verán reducidos con la elaboración de un plan de mantenimiento para el equipo, disminuyendo los costos de operación de los laboratorios.

De esta forma se define como **problema científico-tecnológico** la rehabilitación total de la Fresadora Universal marca ELIOTT modelo UO UNIVERSAL.

El **objeto de estudio** es el sistema electromecánico, **su campo de acción** está enmarcado en las actividades de mantenimiento correctivo del equipo en análisis, considerando los conocimientos desarrollados en la carrera de Ingeniería Mecánica sobre máquinas herramientas, electrotecnia, tribología y mantenimiento.

#### **Se define la hipótesis:**

“Si se recupera la Fresadora Universal marca ELIOTT modelo UO UNIVERSAL implementando un circuito de maniobra eléctrica y planificando un régimen de mantenimiento, entonces se incrementará la confiabilidad y seguridad en la operación del sistema garantizando las prácticas de laboratorio en la asignatura máquinas herramientas y procesos de manufactura II.

## **IV. Objetivos**

### **Objetivo general**

La reactivación total de la Fresadora Universal marca ELIOTT modelo UO UNIVERSAL del taller de máquinas herramientas de la Facultad de Tecnología de la Industria.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la fresadora universal.
- Proponer posibles soluciones a las fallas de la fresadora tanto eléctrica como mecánica.
- Realizar un plan de mantenimiento correctivo de la máquina herramienta.
- Dejar plasmado el plan de mantenimiento preventivo a que debe ser sometida.
- Realizar la valoración correspondiente de los costos de reparación.



## Marco Teórico

### Máquinas Herramientas

Una máquina herramienta es una máquina accionada mecánicamente, capaz de sujetar y sostener la pieza de trabajo y la herramienta, y simultáneamente dirigir y guiar la herramienta de corte o la pieza de trabajo o ambas para realizar diversas operaciones de corte de metales para dar diferentes formas y dimensiones.<sup>1</sup>

### Funciones de la máquina herramienta

Las funciones básicas de una máquina herramienta son sujetar y sostener la pieza de trabajo y la herramienta de corte; proporcionar el movimiento requerido, regular la velocidad de corte y avance de la pieza y la herramienta de corte, así como también sujetar diversos accesorios para llevar a cabo las diferentes operaciones.

### Mantenimiento en máquinas herramientas

Consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación lo que incluye lubricación, pruebas, servicios, inspecciones, ajuste, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y restricción. Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento.

Tipos de mantenimiento.

**Mantenimiento correctivo:** Mantenimiento realizado sin un plan de mantenimiento, ni actividades de reparación. Es resultado de la o deficiencias.

**Mantenimiento preventivo:** Realizar actividades con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente.

**Mantenimiento predictivo:** Este mantenimiento nació basado en la automatización y avances tecnológicos en la actualidad, la base de este tipo de mantenimiento se

---

<sup>1</sup> (BAWA, 2007, pág. 2)

encuentra en el monitoreo de una máquina, además de la experiencia empírica, se obtienen graficas de comportamiento para poder realizar la planeación de mantenimiento. Este mantenimiento como su nombre lo dice, realiza una predicción del comportamiento en base al monitoreo del comportamiento y características de un sistema y realiza cambios o plantea actividades antes de llegar a un punto crítico.<sup>2</sup>

### **Lubricación de las maquinas herramientas**

La lubricación de las maquinas herramientas es aquella en donde sus partes internas de soporte y de deslizamiento son cubiertas por un lubricante el cual disminuye el coeficiente de fricción que existe entre las superficies de contacto aun cuando los cuerpos están en reposo, cabe mencionar que una de la función del lubricante es producir un efecto de enfriamiento entre las superficies y de amortiguamiento contra impacto.

### **Fluidos de corte de máquinas herramientas**

Los fluidos de corte son aquellos que disminuyen las altas temperaturas que se producen por la fricción que existe entre la pieza y la herramienta en la zona de corte. Algunas de las funciones de los fluidos de corte son proporcionar un efecto de lubricación a la herramienta, pieza de trabajo y la viruta, minimizar la fricción entre las superficies, disipar el calor generado durante la operación, proteger la superficie de la oxidación y corrosión, disminuir el desgaste de la herramienta y mantener limpia el área de trabajo.

### **Tipos de Maquinas herramientas**

Las maquinas herramientas se clasifican en:

#### **Arranque de grandes porciones de material**

- Cizalla

---

<sup>2</sup> (UNAM, 2016, págs. 2-3)

- Tijera
- Guillotina
- Sierra eléctrica

### **Arranque de pequeñas porciones de material**

- Tornos
- Fresadoras
- Taladradora
- Roscadoras
- Cepilladora, limadoras y mortajas}
- Brochadoras
- Máquinas de serrar y tronadoras
- Unidades de mecanizado y maquinas especiales
- Máquinas para la fabricación de engranes

### **Arranque de finas porciones**

- Rectificadoras
- Pulidoras, esmeriladoras y rebarbadoras
- Máquinas de rodar y lapeadoras<sup>3</sup>

Nosotros nos centramos en la parte de arranque de pequeñas porciones de material, en este caso la fresadora.

### **Fresadora**

La máquina de fresar o fresadora es una máquina herramienta de movimiento continuo, destinada al mecanizado de materiales por medio de una herramienta de corte llamada FRESA.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> (UNAD, 2016, pág. 2)

<sup>4</sup> (Schafer, 2016, pág. 72)

Principios básicos de funcionamiento de la fresadora.

En la fresadora se plantea que el principio de funcionamiento se basa en el desplazamiento de la pieza acercando la zona a mecanizar a la herramienta de corte, obteniendo superficies planas o diversas formas complejas.<sup>5</sup>

**Los movimientos de trabajo son:**

Movimiento de corte: Por rotación de la fresa respecto al eje porta herramienta.

Movimiento de avance: Por desplazamiento rectilíneo de la pieza contra o a favor del movimiento de rotación la herramienta de corte.

Movimiento de profundidad de pasada: Por desplazamiento vertical de la pieza de forma perpendicular de a la fresa.<sup>6</sup>

**Tipos de fresado**

Existen diversas operaciones que pueden ser efectuadas en la fresadora De todas ellas, la operación más frecuente en la fresadora es la obtención de superficies planas en la pieza, paralelas o perpendiculares al eje de rotación de la herramienta.

Cuando la superficie plana obtenida es paralela al eje de rotación de la herramienta, el fresado se denomina fresado cilíndrico, periférico o tangencial.

En el caso de obtenerse una superficie perpendicular, el fresado se denomina fresado frontal.

---

<sup>5</sup> (MANUFACTURA, 2016, pág. 1)

<sup>6</sup> (PYROSIS13, 2011, pág. 1)

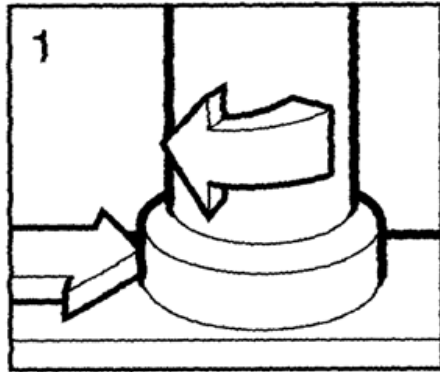


Figura No.1 - Fresado frontal.

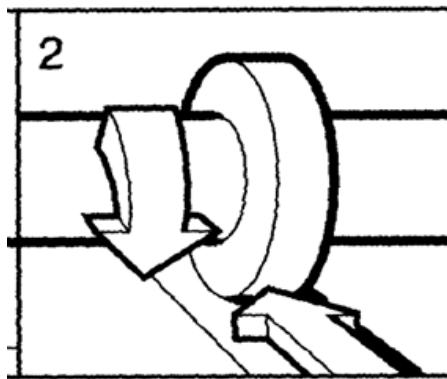


Figura No.2 - Fresado periférico.

### Fresado frontal

El fresado frontal, caracterizado por la perpendicularidad entre el eje de rotación de la fresa y la superficie fresada, suele efectuarse en fresadoras verticales. La geometría más común de la operación de fresado frontal es la recogida en la figura.

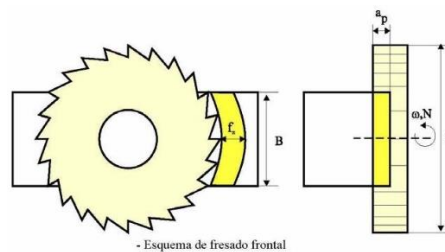


Figura No.3 - Esquema de Fresado Frontal.

En la figura quedan representados:

- Avance perpendicular al eje de giro
- Profundidad de corte en dirección axial
- Corte producido por los filos periféricos
- Acabado superficial producido por los filos de la cara frontal

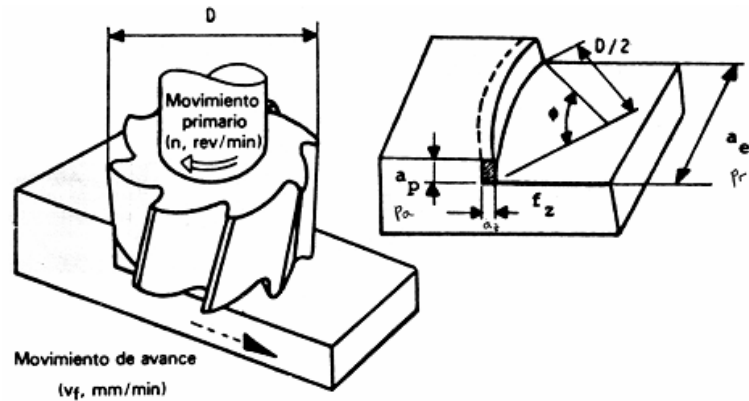


Figura No. 4 - Movimiento de avance.

## Fresado periférico

También denominado fresado cilíndrico o tangencial. El fresado periférico suele efectuarse en fresadoras horizontales.

- Avance perpendicular al eje de giro
- Profundidad de corte en dirección radial
- Corte producido por los filos periféricos

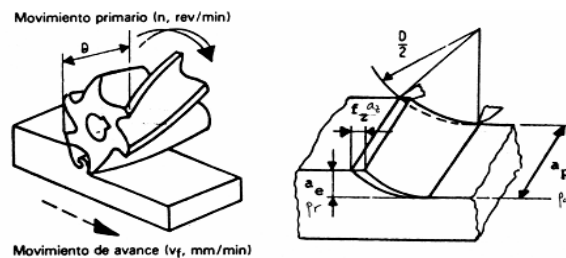


Figura No. 5 - Fresado periférico.

La geometría más común de la operación de fresado cilíndrico es la recogida en la figura.

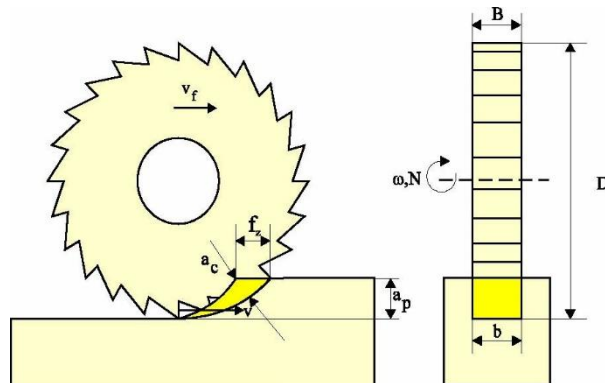


Figura No. 6 - Esquema de un proceso de fresado periférico.

En dicha figura quedan representados:

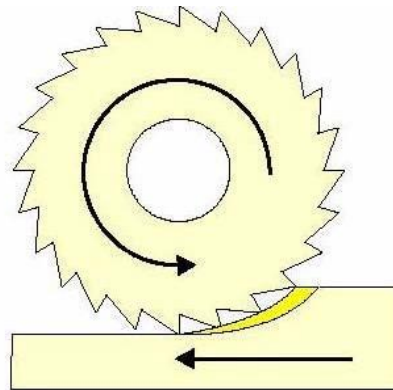
- el avance por filo ( $f_z$ )
- el ancho de corte ( $b$ )
- el espesor de viruta indeformada ( $a_c$ )
- la profundidad de pasada ( $a_p$ )
- las velocidades de corte ( $v$ ), de avance ( $v_f$ ), y de rotación ( $N$ )
- el diámetro de la fresa ( $D$ )
- y el ancho de la fresa ( $B$ ).

Puede observarse que, en la situación representada en la figura, el ancho de corte  $b$ , coincide con el ancho de la fresa  $B$ . Esta situación no tiene por qué producirse en todas las operaciones de fresado cilíndrico, cumpliéndose en cualquiera de los casos que  $b$  es menor o igual que  $B$ .

### **Fresado en oposición.**

Dirección de avance de la pieza opuesta a la de rotación de la fresa en el área de corte. El espesor de viruta comienza en cero e incrementa su espesor al final del corte.





## Oposición

Figura No.7 - Fresado en oposición.

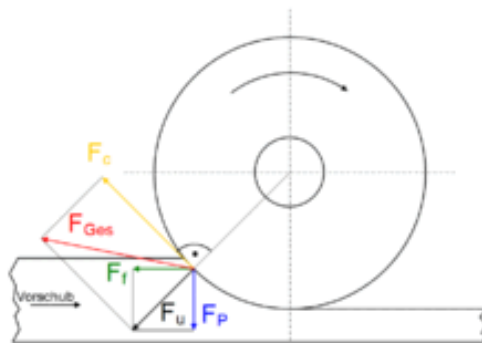
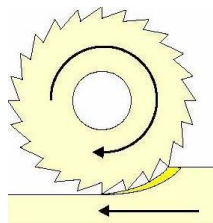


Figura No.8 - Fuerzas que actúan en el fresado en oposición.

Fuerzas tienden a empujar pieza fuera de la mesa.

## Fresado en concordancia

Dirección de avance de la pieza la misma que la de rotación de la fresa en el área de corte. El espesor de viruta va disminuyendo desde el comienzo de corte hasta el final del corte.



## Concordancia

Figura No.9 - Fresado en concordancia.

Preferible cuando lo permitan la máquina-herramienta, los amarres y la pieza de trabajo.

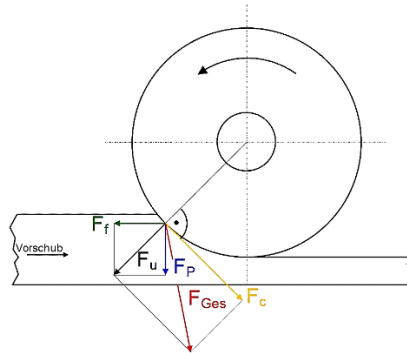


Figura No.10 - Fuerzas que actúan en el fresado en concordancia.

### **Partes de la fresadora.**

#### **La base**

Permite un apoyo de la fresadora en el suelo.

#### **La columna**

Tiene en la parte frontal unas guías templadas y rectificadas para el movimiento de la consola y unos mandos para el accionamiento y control de la máquina. Aloja la caja de velocidades.

#### **La consola**

Se desliza verticalmente sobre las guías del cuerpo y sirve de sujeción para la mesa. La mesa tiene una superficie ranurada sobre la que se sujeta la pieza a conformar.

#### **La mesa**

Se apoya sobre dos carros que permiten el movimiento longitudinal y transversal de la mesa sobre la consola.

#### **El puente**

Es una pieza apoyada en voladizo sobre el bastidor y en él se alojan unas lunetas donde se apoya el eje portaherramientas.

En la parte superior del puente suele haber montado uno o varios tornillos de cáncamo para facilitar el transporte de la máquina.

### **El portaherramientas o porta fresas**

Es el apoyo de la herramienta y le transmite el movimiento de rotación del mecanismo de accionamiento alojado en el interior del bastidor. Este eje suele ser de acero aleado al cromo vanadio para herramientas.

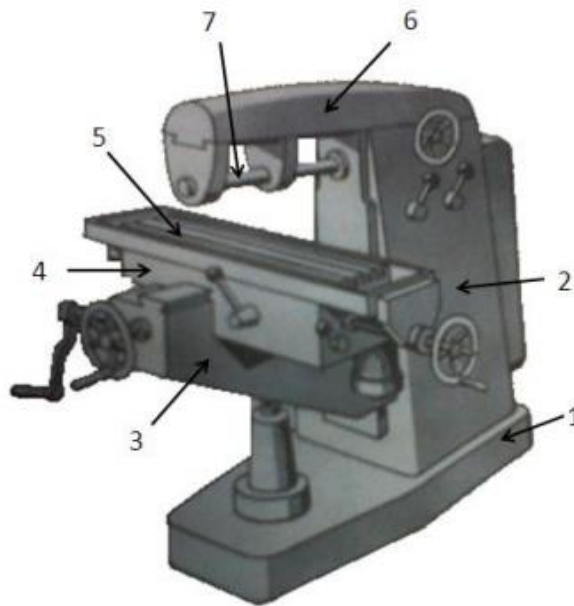


Figura No.11 - Partes de la fresadora.

1). Base 2) Columna 3) Consola 4) Carro Transversal 5) Mesa 6) Puente 7) Eje Portaherramientas

### **Tipos de fresadora**

Se clasifican principalmente en tres tipos

#### **Fresadora vertical**

La fresadora vertical consta de un husillo de fresado montado verticalmente en el cabezal de fresado, que tiene una escala provista en grado, se puede hacer girar y ajustar a cualquier posición oblicua. Generalmente esta máquina se utiliza en

trabajos de fresado externo, es similar a la fresadora horizontal, en su estructura y transmisión, excepto por la dirección del husillo que ocupa una posición vertical.

### **Fresadora horizontal**

Una fresadora horizontal cuenta de un husillo de fresado montado horizontalmente. El husillo, la transmisión para el avance, la mesa de fresado se apoya en la columna. El husillo principal se apoya en robusto rodamiento para una operación suave. El cabezal de husillo cuenta con conos internos y externos para montar fresas. El momento rotatorio del husillo principal es generado por la transmisión principal, ya sea por la transmisión de poleas cónicas o una de engranajes.

### **Fresadora universal**

En apariencia las fresadoras universales son similares a las horizontales. La mesa de trabajo de esta máquina tiene un dispositivo adicional que hace girar a la pieza. Los aditamentos giratorios provisto con estas máquinas ayudan a cortar espirales, engranajes y levas además de operaciones de fresado normal. Estas herramientas son muy precisas y se utilizan principalmente para el trabajo de taller de herramientas.

### **Tipos de fresa**

#### **Tipo disco**

Usadas para ranurado, ranurado profundo, Corte de piezas y chaveteros profundos.



Figura No. 12 - Fresa tipo disco.

### **Cilíndricas periféricas**

Usadas para planeado, desbaste y afinado.



Figura No. 13 -Fresas cilíndricas periféricas.

### **Perfil constante**

Utilizados para obtener Ranurado semicircular, tallado de ruedas dentadas, piñones de cadena polea sincronizadas, cremallera, ejes dentados, tomas de fuerza y anillo sin fin.

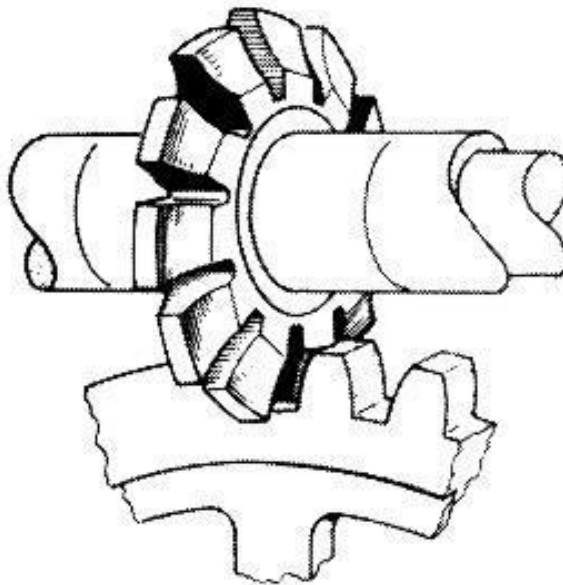


Figura No. 14 - Fresa de perfil cortante.

### **Frontales sin vástago**

Usadas para fresado en escuadra y rebajado en ángulo recto.

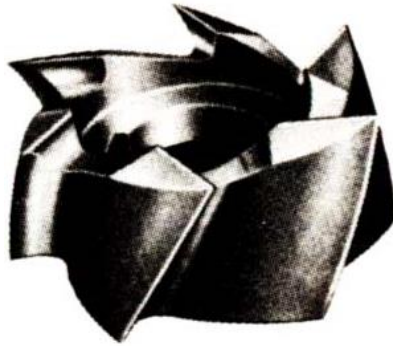


Figura No. 15 - Fresa frontal sin vástago.

### **Fresas madres**

Similares a las fresas módulos con la ventaja que mecanizan más dientes al mismo tiempo.

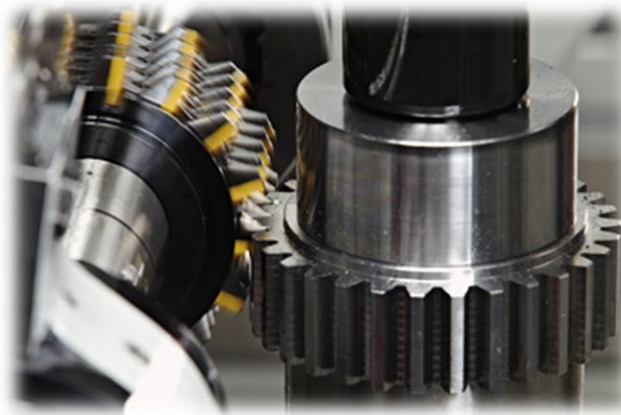


Figura No. 16 - Fresas madres.

**Fresas con vástago:** Usadas para copiado, matrices, ranurado, fresado de contorno, acabado desbaste, avellanado preciso de orificio.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> (HERRAMIENTAS, 2012, pág. 1)



Figura No. 17 - Fresas con vástago.

### **Material de fabricación de las fresas**

Las fresas se pueden fabricar de distintos materiales y aquí influye directamente la dureza de la herramienta para trabajar los diferentes tipos de materiales de la industria. La lista a continuación se ordenó de menor dureza a mayor dureza.

- 1.- Aceros al carbono.
- 2.- Aceros rápidos
- 3.- Stellites
- 4.- Carburos sinterizados (Metal duro)
- 5.- Cerámicos
- 6.- Cermets
- 7.- Nitruro de boro cúbico (CBN)
- 8.- Diamante policristalino (PCD)
- 9.- Diamante.



Tanto los aceros al carbono, los aceros rápidos y los carburos sinterizados pueden llevar recubrimientos duros. Los últimos tres tipos de materiales mencionados en la lista son los denominados materiales ultra duros.<sup>8</sup>

### **Afilado de fresas.**

Una fresa, sea del tipo que sea, únicamente rendirá el máximo si todos sus dientes se desgastan uniformemente, para ello, es indispensable que se respeten los valores de los ángulos de corte durante el proceso de maquinado.

El afilado correcto de una fresa siempre es difícil de realizar exige buenas máquinas afiladoras y una mano de obra especializada.

Si la fresa trabaja por su periferia, debe ser perfectamente concéntrica con su eje de giro (tolerancia máxima 0.04 mm sobre el diámetro)

Si trabaja frontal mente (fresa de dos cortes, por ejemplo), las extremidades de los filos deben estar situados en un solo plano perpendicular al eje de giro (tolerancia máxima 0.04 mm)

Existen dos tipos de afilado:

Afilado con muela periférica: cara de incidencia cóncava y Afilado con muela frontal: cara de incidencia plana.

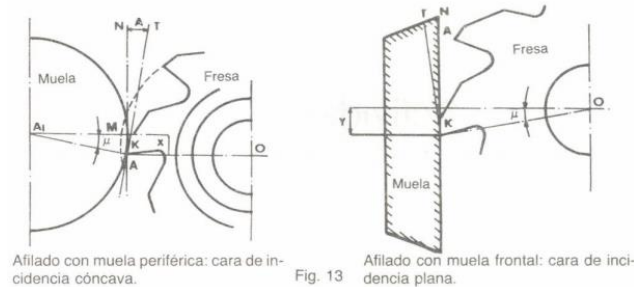


Figura No. 18 -Tipos de Afilado.

---

<sup>8</sup> (MECANICA, 2017, págs. 1,20)

El ángulo A de incidencia primario debe ser lo suficientemente grande para evitar las vibraciones. Se debe poder hacer el máximo deafilados sin perjudicar el ángulo de corte de la fresa. El ángulo A no debe ser excesivamente grande porque de lo contrario el filo se perdería muy rápidamente. Debe variar lo mínimo posible a lo largo de la cara de incidencia, con el fin de evitar el desgaste de su parte posterior.

Los filos de los dientes de las fresas que trabajan periféricamente deben afilarse rigurosamente rectilíneos si se trata de dientes rectos, o según una hélice en el caso de fresas helicoidales (Fig. 16). Para estos dos tipos de fresas, los filos periféricos deben ser situados sobre un cilindro cuya generatriz debe ser rigurosamente paralela al eje de giro.<sup>9</sup>

### **Operaciones de la fresadora horizontal.**

#### **Corte.**

Una de las operaciones iniciales de mecanizado que hay que realizar consiste muchas veces en cortar las piezas a la longitud determinada partiendo de barras y perfiles comerciales de una longitud mayor. Para el corte industrial de piezas se utilizan indistintamente sierras de cinta o fresadoras equipadas con fresas cilíndricas de corte. Lo significativo de las fresas de corte es que pueden ser de acero rápido o de metal duro. Se utilizan fresas de disco relativamente poco espesor (de 0,5 a 6 mm) y hasta 300 mm de diámetro con las superficies laterales retranqueadas para evitar el rozamiento de estas con la pieza.

---

<sup>9</sup> (C., 1990, pág. 25)



Figura No. 19 - Operación de corte.

### **Planeado.**

La aplicación más frecuente de fresado es el planeado, que tiene por objetivo conseguir superficies planas. Para el planeado se utilizan generalmente fresas de planear de plaquitas intercambiables de metal duro, existiendo una gama muy variada de diámetros de estas fresas y del número de plaquitas que monta cada fresa. Los fabricantes de plaquitas recomiendan como primera opción el uso de plaquitas redondas o con ángulos de  $45^\circ$  como alternativa.



Figura No. 20 - Operación de planeado.

### **Ranurado recto.**

Para el fresado de ranuras rectas se utilizan generalmente fresas cilíndricas con la anchura de la ranura y, a menudo, se montan varias fresas en el eje porta fresas

permitiendo aumentar la productividad de mecanizado. Al montaje de varias fresas cilíndricas se le denomina tren de fresas o fresas compuestas. Las fresas cilíndricas se caracterizan por tener tres aristas de corte: la frontal y las dos laterales. En la mayoría de aplicaciones se utilizan fresas de acero rápido ya que las de metal duro son muy caras y por lo tanto solo se emplean en producciones muy grandes.

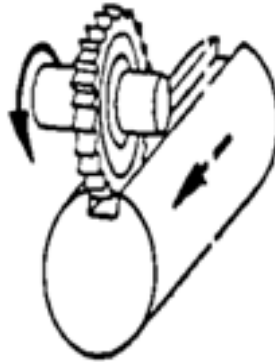


Figura No. 21 - Operación de ranurado recto.

### **Ranurado de forma.**

Se utilizan fresas de la forma adecuada a la ranura, que puede ser en forma de T, de cola de milano, etc.



Figura No. 22 - Operación de ranurado de forma.

### **Ranurado de chaveteros.**

Se utilizan fresas cilíndricas con mango, conocidas en el argot como bailarinas, con las que se puede avanzar el corte tanto en dirección perpendicular a su eje como paralela a este.

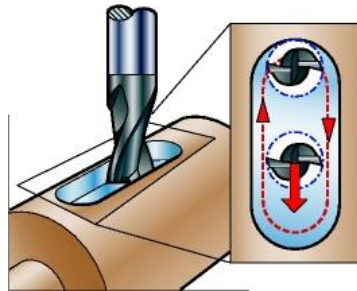


Figura No. 23 - Operación de ranurado de chaveteros.

### **Fresado frontal.**

Consiste en el fresado que se realiza con fresas helicoidales cilíndricas que atacan frontalmente la operación de fresado. En las fresadoras de control numérico se utilizan cada vez más fresas de metal duro totalmente integrales que permiten trabajar a velocidades muy altas.

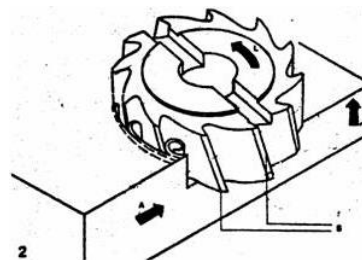


Figura No. 4 - Operación de fresado frontal.

### **Fresado de engranajes.**

El fresado de engranajes apenas se realiza ya en fresadoras universales mediante el plato divisor, sino que se hacen en máquinas especiales llamadas talladoras de engranajes y con el uso de fresas especiales del módulo de diente adecuado. <sup>10</sup>



Figura No. 25 - Operación de fresado de engranajes.

### **Fluidos de corte**

#### **Acción de enfriamiento**

El calor generado durante el mecanizado se debe al impacto del filo con la pieza de trabajo y el roce con las virutas sobre la superficie del inserto. Generalmente, hasta un 80% del calor generado durante el mecanizado es removido junto con las virutas. El 20% restante, permanece en el filo.

---

<sup>10</sup> (TR, 2011, pág. 2)

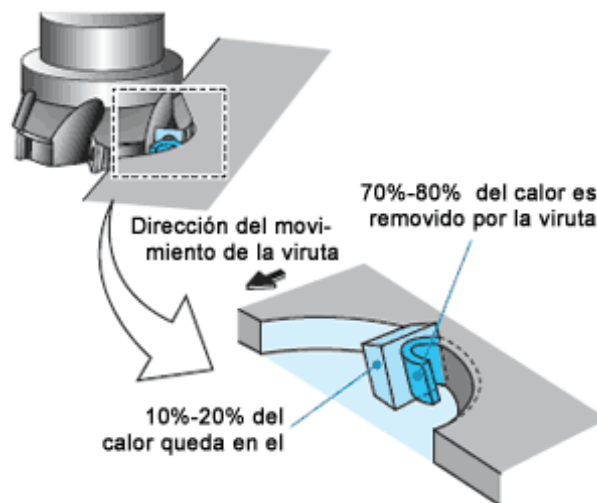


Figura No. 26 - Porcentaje de calor removido.

El calor generado durante el mecanizado suaviza el filo y acelera el desgaste, o causa cambios en las dimensiones de la pieza de trabajo debido a la expansión térmica. Al aplicar refrigerante, se evita que el calor se concentre en la herramienta y la pieza de trabajo debido a la acción de refrigerante. Esto resulta una prolongación de la durabilidad de la herramienta y su exactitud. En el corte de placas largas y delgadas, las mismas suelen deformarse debido al calor producido, a veces se realiza este tipo de mecanizado en un tanque lleno de refrigerante.

### **Acción de lubricación**

Si las virutas generadas se deslizan por la superficie del lado principal, entonces problemas tales como deformación del filo y soldaduras pueden ser eliminados y la durabilidad puede ser prolongada. Además, la exactitud dimensional de la pieza mecanizada es estabilizada.

Al aplicar refrigerante, se generará una película de lubricación entre las virutas y el filo. Esta película permite que las virutas se deslicen por la superficie de la herramienta con facilidad, protegiendo el filo.





Figura No. 27 - Película de Lubricación.

### **Acción de infiltración**

El refrigerante se infiltra, se escurre, entre el filo de la herramienta, sus lados y la pieza de trabajo. Esta acción produce refrigeración y lubricidad.

### **Acción de despeje**

Se refiere a acción de despeje cuando la fuerza o presión del refrigerante es utilizada para dirigir físicamente o evacuar las virutas a medida que se generan. Cuando se realiza perforado utilizando brocas cañón, los refrigerantes utilizados necesitan tener un nivel de viscosidad moderado.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> (CANEPAUSER, 2011, pág. 1)

## CAPÍTULO I: DIAGNOSTICO DE LA FRESADORA UNIVERSAL MARCA ELIOTT MODELO UO UNIVERSAL

En este punto de desarrollo el proceso de diagnóstico para cada uno de los componentes en la máquina herramienta que se detallaran en los siguientes puntos.

### 1. Estética de la fresadora

Se considera como estética la percepción de la maquina desde el punto de vista de presentación.

En esta parte de la restauración se toma en cuenta el deterioro de la superficie tanto la pintura como sus placas que contienen los datos de uso.

La pintura en la superficie de la estructura y partes de la maquina se encuentran en un estado de total deterioro, en algunas secciones la pintura está separada de la superficie.

Las placas que contienen los datos de uso de la maquina están borradas por los años de uso de tal manera que no se logra distinguir lo escrito en ellas.



Figura No.29 – 30 – 31 - Estética de la máquina.

### **Cavidad del depósito del líquido de refrigerante**

El depósito del líquido refrigerante de la maquina se encuentra con sedimentos sólidos, semisólidos y lubricante impidiendo el buen funcionamiento de la bomba de enfriamiento.



Figura No. 32 – 33 - Cavidad del depósito de líquido de refrigerante

### **2. Sistema eléctrico.**

#### **- Motor eléctrico**

El motor eléctrico está con aceite y sedimentos de suciedad en su interior, evitando su correcto funcionamiento.

Los rodamientos del rotor están en mal estado de tal modo que produce ruido y se adhiere el rotor hacia un lado lo cual esto puede provocar un rozamiento entre el rotor y el estator.



Figura No. 34 - Motor electrico Desarmado.



Figura No. 35 - Rodamientos dañados.

- Conductores y borneras.

Los conductores están llenos de aceite y el revestimiento plástico que estos poseen están deteriorados por lo que es muy probable que se ocasione un corto circuito. Las borneras poseen gran suciedad en su mayoría por aceite de la misma máquina.

- Inversor de giro.

El inversor de giro está quemado, es por esto que no realiza el cambio de fases y este se encuentra desconectado de la fuente impidiendo el paso de la corriente a la máquina.



Figura No. 36 – 37 - Inversor de giro

- Contactores, y protecciones de motor.

La máquina carece de Contactor el cual da el paro y avance del motor, no posee circuito de seguridad el cual consta de un guarda motor y relé térmico, de tal modo que la parte eléctrica de la maquina estaba desprotegida ante cualquier corto circuito o alguna fluctuación de alto voltaje por lo tanto la maquina se encontraba desconectada del suministro de voltaje.

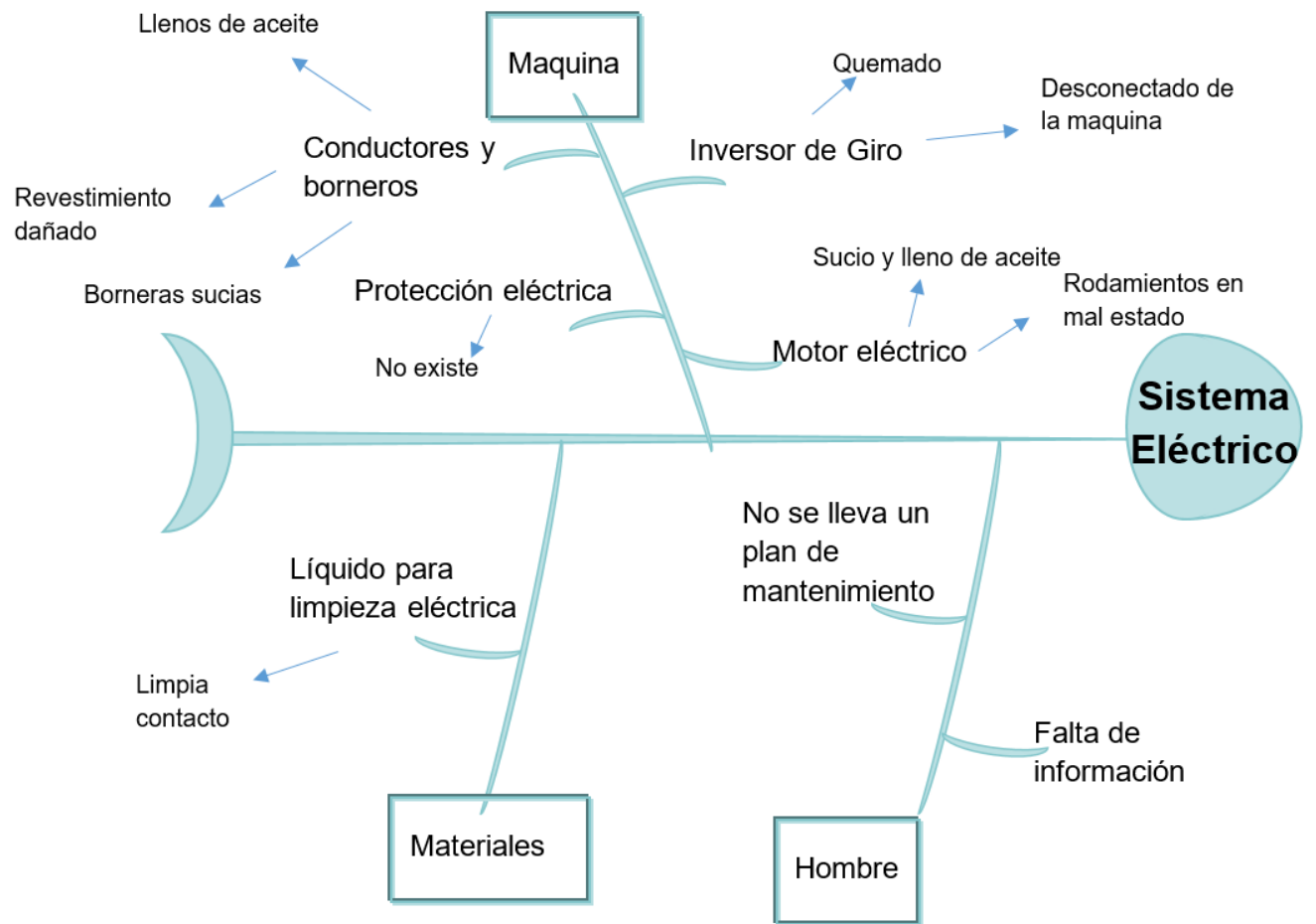


Diagrama de Pescado o Ishikawa: Sistema Eléctrico.

### 3. Sistema mecánico

El sistema mecánico en su mayoría no presenta problemas, las piezas con escalas que sirven para marcar el avance y penetración de la herramienta, se encuentran secas y con suciedad de tal modo que no permiten el libre movimiento de las mismas para lograr ajustar las unidades deseadas.

El lubricador que se encuentra en uno de los cojinetes del eje porta herramienta posee fugas de aceite lubricante, debido a que sus empaques ya están en mal estado.

Ciertas partes de la máquina que necesitan estar lubricadas están sin ningún tipo de lubricantes por lo tanto impide el movimiento libre de estas piezas.

#### **Bomba de enfriamiento.**

La bomba de enfriamiento en la parte eléctrica está llena de aceite evitando su correcto funcionamiento. En la parte de la turbina que utiliza para impulsar el líquido refrigerante, posee excesivos sedimentos de tal modo que impide que gire evitando así su funcionamiento, los rodamientos de la misma se encuentran en mal estado. En la entrada del fluido se encuentra un pascón en mal estado. La manguera que conecta la bomba de enfriamiento con el dispensador de líquido se encuentra en mal estado, del mismo modo la manguera del descargue de líquido de enfriamiento.

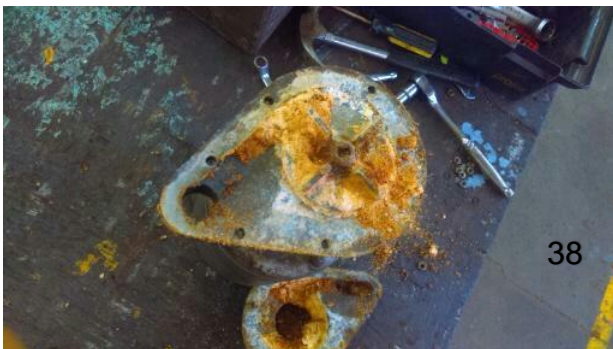


Figura No. 38 – 39 - Bomba de enfriamiento.



### Caja de velocidades de corte.

La caja de velocidades de corte está en buen estado por lo tanto no se amerita hacer una reparación en esta parte.

### Caja de velocidades para el avance.

La caja de velocidades para el avance posee gran suciedad y falta de lubricación en los engranajes que se encuentran en la conexión entre la caja de velocidades y la mesa.



Figura No. 40 - Caja de Velocidades para el avance.

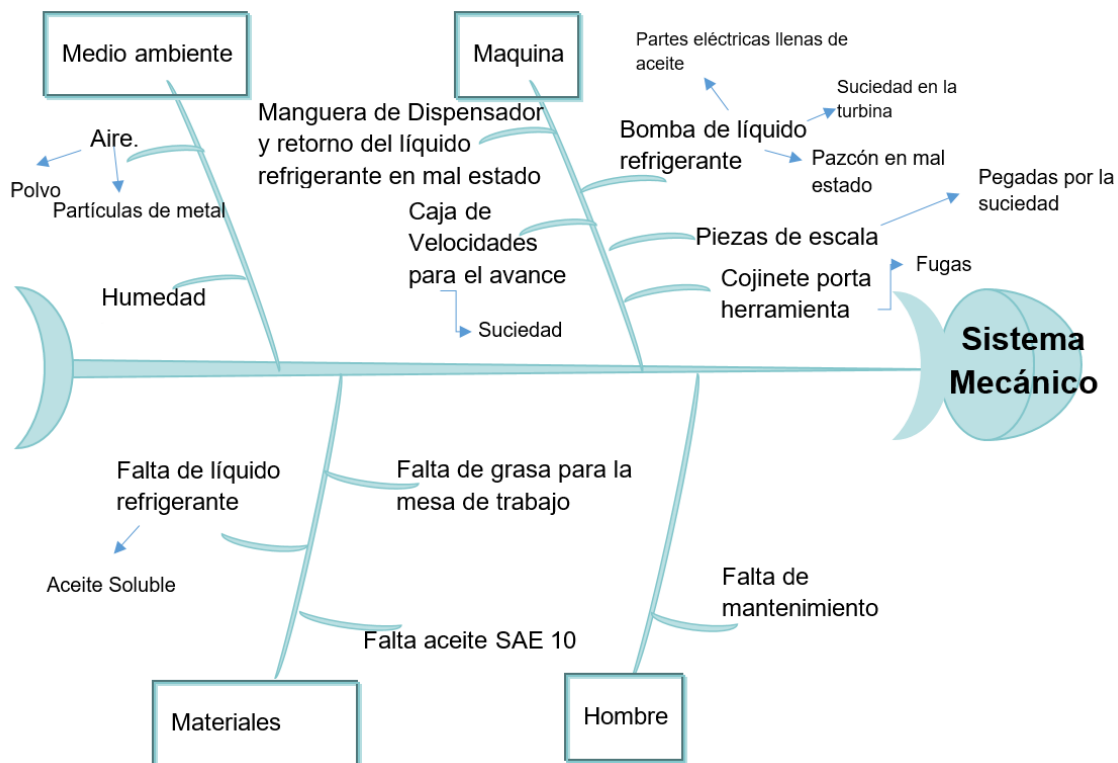


Diagrama de Pescado o Ishikawa: Sistema Mecánico.

## **CAPITULO II: MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PUESTA EN MARCHA DE LA FRESADORA UNIVERSAL MARCA ELIOTT MODELO UO UNIVERSAL**

### **1. Estética de la Fresadora**

Como se menciona anteriormente en el capítulo I la pintura de la superficie de la estructura del equipo está deteriorada para esto se realizan las siguientes actividades:

- Desmontaje de las mayorías de las piezas de la fresadora de tal modo que solo quedara la base y la pieza en la cual se monta la mesa de trabajo.
- Ciertas partes de pintura no se puede remover con espátulas o lijas por lo que se utiliza un removedor liquido de pintura en cada una de las partes desmontadas como en la estructura base de la maquina el cual se aplica usando brochas ya que es un producto químico muy fuerte, para aplicarlo se distribuye en forma pareja sobre todas las superficies una capa de removedor, se deja actuar durante 15 a 20 minutos según se recomienda, pasado este tiempo la pintura comenzó a removerse y se procedió a retirar con una espátula y un cepillo de alambre. La máquina en su totalidad presenta varias capas de pintura, al quitar estas capas de pintura quedó una capa base original por lo que se tiene que repetir el mismo procedimiento hasta quitar un 85%-90% de la pintura y se dejan ciertas partes de la maquina en metal. Para que la superficie no quedara con imperfecciones se lija con una lija número 100 para dejar un mejor acabado. Luego de esto se limpia toda la estructura y partes desmotadas con un desengrasante y posterior a este con diluyente para pintura para quitar cualquier residuo de aceite o removedor de pintura el cual impediría la adherencia de la pintura en las superficies.





Figura No. 41 – 42 - Partes de la maquina con residuos de la pintura original.

- Para el proceso de pintado de la maquina se aplica primeramente una base de anclaje, la cual tiene como función crear mayor adherencia entre el metal de la máquina y una base para la pintura. La base de anclaje esta lista para aplicar base de pintura después de 60 minutos.



Figura No. 44 – 45 – 46 - Partes de la maquina con Base de anclaje.

- Posterior a esto se aplica una base catalizada, la cual funciona para adherir la pintura a la base de anclaje, de esta base se hace una primera aplicación, la cual nos ayuda a sellar muchas de las imperfecciones que poseía la superficie. Una vez aplicada la primera capa se deja secar por 30 minutos, después se debe lijar cada pieza con una lija número 220 para disminuir aún más la imperfección de la superficie.



Figura No. 47 – 48 - Partes de la maquina con base catalizada.

- La pintura que se utiliza es una pintura especial para altas temperaturas utilizadas en este tipo de máquinas, se hacen dos aplicaciones de pintura para evitar que quedaran partes sin pinturas.
- Se utilizan dos colores para causar contraste entre las piezas de la máquina.







Figura No. 49 – 50 – 51 – 52 – 53 – 54 – 55- Partes de la maquina con pintura final.

- Finalmente se aplica una capa de barniz o pintura transparente, la cual cumple como función proteger la pintura principal y dar brillo a la máquina.





Figura No. 56 – 57 – 58 – 59 - Partes de la maquina con pintura transparente o cara de barniz.

Al final en la aplicación del barniz se colocan las figuras del diagrama de velocidades de avance y de corte y posterior a este se le aplica el barniz para poder proteger las figuras.

		D	E	F
	A	0.75	1.6	2
	B	1	2.2	2.9
	C	2.3	4.8	6.35
	A	1.85	3.9	5.1
	B	2.55	5.3	7
	C	5.6	11.5	15



Figura No. 60 – 61 – 62 – 63 – Calcomanías indicadoras de la máquina.

### **Cavidad del depósito del líquido de refrigeración.**

Este depósito se encuentra en la parte inferior de la estructura la limpieza se efectúa utilizando desengrasante liquido con agua para eliminar la suciedad excesiva del mismo el cual se tiene que sacar con las manos. Esta parte de la maquina posee sedimentos sólidos en gran cantidad, los cuales se remueven en su totalidad para evitar un daño posterior a la bomba de enfriamiento. Se utiliza el líquido refrigerante, para el enfriamiento de las piezas a maquinar y así también evitar que el depósito de líquido se oxide.

## 2. Sistema eléctrico.

### Motor eléctrico

Se desarma el motor eléctrico limpiando todo su interior con líquido para limpiar piezas eléctricas, removiendo así cualquier suciedad, aquí también se cambian los rodamientos de este. En la parte exterior se le remueve toda la pintura y se pintó del mismo color de la máquina herramienta.

Cabe recalcar que el motor eléctrico es de tres fases y trabaja a 230 voltios de corriente alterna, con 3 caballos de fuerza de potencia, según el cálculo esto resulta de 9.7 amperios aproximadamente.



Figura No. 64 Motor Eléctrico sin pintura.



Figura No. 65 – Motor Eléctrico con pintura.



Figura No. 66 – Rodamiento nuevo.

### Conductores y borneras

- Todos los conductores se cambian en su totalidad de tal modo que se respete la capacidad de los cables, utilizando cables calibre 10 para la conexión que va desde la fuente, el circuito de seguridad eléctrico hasta el motor eléctrico y cables calibre 12 para la conexión de la bomba de enfriamiento y el paro rápido de la máquina, cabe recalcar que la máquina posee en la entrada de su motor cables calibre 14, por lo tanto, se utilizan cables de menor calibre que soportaran mayor tensión para así evitar el recalentamiento de los conductores.
- El calibre 10 soporta 30 Amperios a 600 Voltios a una temperatura de 60°C, el calibre 12 soporta 25 Amperios a 600 Voltios a diferencia del calibre 14 que soporta 20 Amperios.<sup>12</sup>
- Todos los cables utilizados son multifilar para aumentar la facilidad para ubicarlos por las trayectorias de los mismos, los cables son de 3 colores distintos, los cuales se respeta el color blanco para la fase uno, el color negro para la fase dos y el color rojo para la fase tres.
- Se le realiza una limpieza a las borneras para evitar el mal contacto en este punto cabe mencionar que todas las uniones del circuito eléctrico se

---

<sup>12</sup> (VAIKON, págs. 3,20)



realizan de manera roscada disminuyendo así la probabilidad de que exista un mal contacto.



Figura No. 67 - Borneras y conductores.

### **Inversor de giro.**

- Se instala un inversor de giro nuevo, este tiene un máximo de capacidad de 20 amperios, donde la maquina no debe de sobre pasar los 10 amperios por lo tanto está por encima del límite.

### **Contactores, y protecciones de motor.**

A la maquina se le instala un contactor, un relé y un guarda-motor, estas piezas se le instalan nuevas al circuito, cada una de ellas trabaja con las tres fases y juntos hacen una protección total de la máquina, donde tanto el contactor y el guarda-motor tienen un regulador que permite decidir a qué valor de amperajes ya deben de detener la máquina y se regulan a tal modo que ellos se deben de activar a los 10 amperios y poder proteger la parte eléctrica de la máquina.



Figura No. 69 - Circuito de seguridad eléctrico.

Se utiliza un contactor que posee la maquina en la tapa trasera de la misma y un contactor de palanca que posee debajo de la mesa de trabajo, estas se utilizan en el circuito como método de seguridad por si alguna persona abre repentinamente la tapa o pasa algo inesperado en el momento en que se esté maquinando alguna pieza, y pueda realizar un paro rápido de la operación.

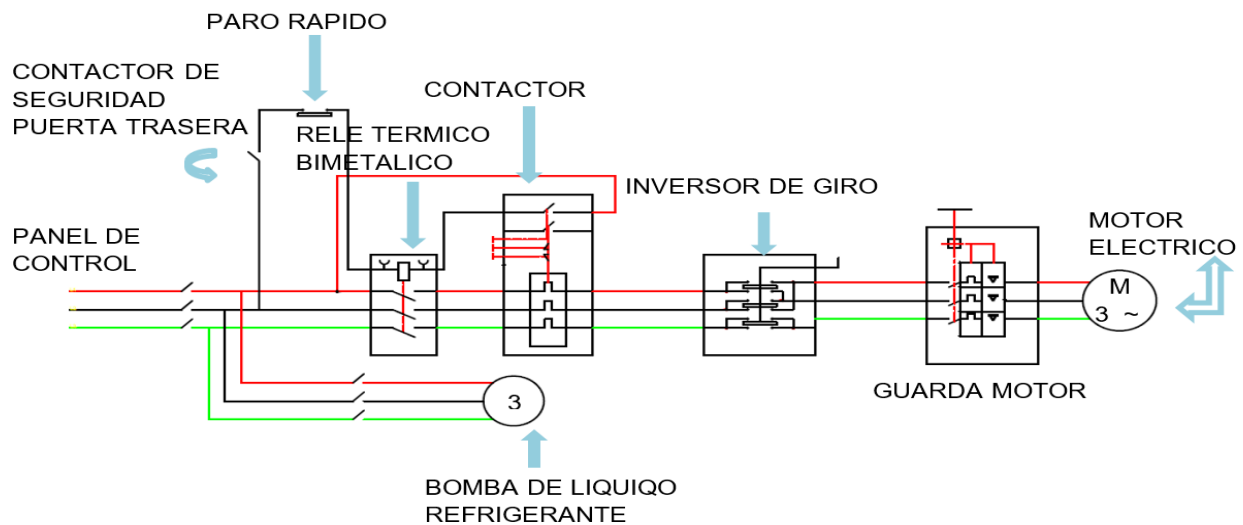


Diagrama de circuito eléctrico.

### 3. Sistema mecánico.

Las piezas para marcar las medidas al momento de estar maquinando una pieza se limpian y lubrican de tal forma que se puedan mover fácilmente.

El lubricador que se encuentra en unos de los cojinetes de la porta herramienta se desarma y se remplazan los empaques para eliminar las fugas

El resto de las partes de las máquinas que necesitan estar lubricadas se lubrican con grasa.



Figura No. 70 – 71 – 72 - Piezas para marcar.

Todos los lubricantes de las partes móviles se sustituyen con lubricantes nuevos.

### **Bomba de enfriamiento.**

La bomba de enfriamiento se desarma en su totalidad y se limpia la parte eléctrica con un limpiador de contactos eléctrico, se procede a extraer los dos rodamientos que esta posee y se sustituyen por unos nuevos. La carcasa en la cual se encuentra la turbina que impulsa el líquido de enfriamiento se limpia bien y se sella con pegamento, se cambia un pascón que posee está en la entrada del fluido el cual sirve como filtro impidiendo el paso de sedimentos muy grandes a la bomba de enfriamiento, Y se realiza el cambio de la manguera de retorno de líquido refrigerante de la mesa de trabajo al depósito de líquido.



Figura No. 73 – 74 - Manguera de suministro y retorno del refrigerante.

### **Caja de velocidades para el avance.**

En este punto se desinstala la mesa de trabajo por lo que se tuvo acceso a las ruedas dentadas que están debajo de esta, así se puede limpiar de toda suciedad y lubricar todos los engranajes.



Figura No. 75 – 76 - Mesa de trabajo.

## **CAPÍTULO III PRUEBAS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA FRESADORA UNIVERSAL MARCA ELIOTT MODELO UO UNIVERSAL**

### **1. Pruebas realizadas**

Entre las pruebas realizadas se encuentran:

Prueba de fuga de aceite en cada uno de los lugares donde se deposita aceite, comprobándose así que no existe fuga en cada lugar, para esto se deja reposar el aceite y revisar por posibles fugas días después, la otra prueba es en el momento de poner a trabajar la máquina y revisar el aceite en cada una de sus juntas.

Prueba de fuga de líquido refrigerante, esta se realiza en la parte del descargue de la cavidad del líquido refrigerante y en cada uno de los conectores de circuito de refrigeración.

Prueba del circuito eléctrico poniendo en marcha la máquina y utilizando cada uno de los dispositivos de protección instalados.

Prueba de la bomba de refrigerante, se pone en marcha y se verifica que el líquido llegue sin problema al área de trabajo de la herramienta y la pieza a maquinar

Se realiza la variación de cada una de las velocidades de ambas cajas de velocidades resultando una variación de velocidad con cada cambio que se realizaba, comprobándose así funcionamiento correcto de cada caja de velocidad según el diagrama de velocidades.

Se realiza el maquinado de una rueda dentada helicoidal, logrando así la prueba final más efectiva de cada uno de los componentes de la máquina herramienta.

Primeramente, se realiza el corte de un trozo de aluminio.

Posteriormente se realiza el refrentado del rozo de aluminio, esto se hace por ambos lados del metal.



Figura No. 77 - Refrentado.

El tercer paso es realizar un barrenado de la pieza para poder montarlo en un eje y así maquinarlo en la fresadora para su posterior arranque de viruta en el proceso de fresado.



Figura No. 78 - Barrenado.

Por último, se realiza el montaje del cilindro en el eje para poder montarlo en el plato de garra de la fresadora y así proceder al maquinado de la rueda dentada.





Figura No.79 - Materia prima para la elaboración de la rueda dentada.

El último paso en el torno es realizar un biselado externo para poder permitir la entrada de la fresa en el momento del fresado.

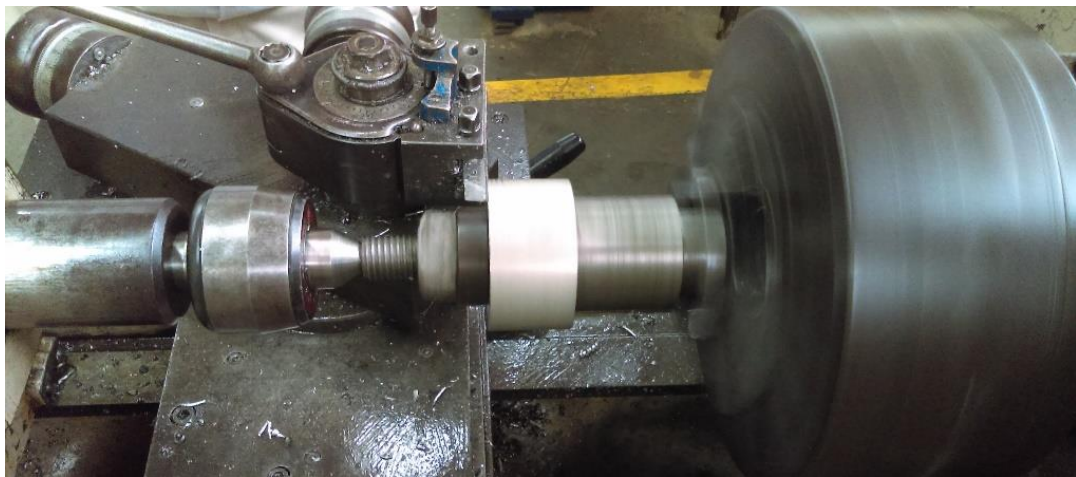


Figura No. 80 - Biselado.

Se procede al maquinado de la rueda dentada. Donde el diámetro superior es de 60 mm teniendo una cantidad de 20 dientes.



Figura No. 81 - Maquinado de los dientes.

Todo el proceso en la fresadora se realiza utilizando líquido refrigerante.



Figura No. 82 - Líquido refrigerante en funcionamiento.





Figura No. 83 - Rueda dentada terminada.

La operación se terminó hasta lograr obtener la rueda dentada.

## **2. Valoración económica**

El costo de la valoración económica se divide en dos partes:

La primera parte es el costo de la inversión que se realiza para la restauración de la máquina herramienta donde se incluye la parte estética, eléctrica y mecánica, la cual se detalla en la tabla siguiente:

Tabla I. Coste de reparación.

COSTO DE REPARACION			
MATERIALES Y HERRAMIENTAS		CANTIDAD	TOTAL
ESTETICA Y PROTECCION PERSONAL			
LIJA DE AGUA	80	6	90
	100	6	90
	220	6	70
TINNER ACRILICO		2 GLN	380
NASON SELECT CLEAR CLEARCOAT		1/4 GLN	600
NASON SELECT CLEAR CATALIZADOR		1/16 GLN	0.01
BASE DE ANCLAJE+CATALIZADOR		1/4 GLN	600
NASON SELECT PRIMER BASE		1/4 GLN	440
NASON URETHANE CATALIZADOR		1/16 GLN	0.01
MASKING TAPE VERDE		1	103.39
BROCHA NEC	2 1/2"	2	80
CERDA	1 1/2"	2	50
CHROMACRYL BICAPA		1/4 GLN	900
REDUCTOR POLIURETHANO ESPECIAL		1/8 GLN	0.01
DISCO NORTON 60 1/2"X7/8"		5	150
REMOVEDOR EL DIABLO		1/4 GLN	500
DESEGRASANTE NASON			100
DESENGRASANTE LIQUIDO		1 GLN	425
SPRAY DESENGRASANTE		2	225
SUPER SHINE		1 GLN	300
MASCARA KIMBERLY CLARK JACKSON		2	60
GUANTES KCP JACKS SAF		2 PARES	190
TOTAL ESTETICA			5,353.42
SISTEMA ELECTRICO			
GUARDAMOTOR SIEMENS SIRIUS INNOV.		1	2,012.64
ALAMBRE CALIBRE 10	ROJO	3	38.4
	NEGRO	3	384
	BLANCO	3	38.4
ALAMBRE CALIBRE 12	ROJO	6	53.88
	NEGRO	6	53.88
	BLANCO	6	53.88
RELE BIMETALICO SIEMENS 9-12A		1	739.17
CONTACTOR SIEMENS 12 A 230 V1		1	1,940.76
TAPE NEGRO TEMPLEX GRANDE 3M		1	50
INVERSOR DE GIRO		1	1,235.00
RECUBRIMIENTO DE CONDUCTORES		14FT	420
TOTAL SIST. E.			7,020.01
SISTEMA MECANICO			
RODAMIENTOS PARA BOMBA		2	180
RODAMIENTOS PARA MOTOR		2	260
TOTAL SIST. MEC.			440
ACCESORIOS, LUBRICANTES Y SELLADORES.			
GRASA SINTETICA		2 TUBOS	310
ACEITE SOLUBLE		1 GLN	638
MANGUERA DE SUMINISTRO DE REFRIGERANTE		5.5FT	175
MANGUERA DE RETORNO DE REFRIGERANTE		4FT	220
ACEITE 30		4.5 GLN	2,043.90
SILICONE MEGA GREY		1	80
TOTAL ACC, LBR.			3,466.90
SUB TOTAL			C\$16,280.33
IVA 15%			C\$2,442.05
TOTAL			C\$18,722.38
EQUIVALENTE EN DOLARES			\$626.17

En la tabla anterior se muestra que se necesita un total de 626.17 dólares para la restauración total de la máquina, esto solo se necesita para los materiales utilizados en la máquina.

La segunda parte es el valor que posee esta máquina en el mercado internacional una vez ya restaurada, la cual se toma como referencia precios de máquinas similares que se venden desde otros países, donde se encuentran los siguientes precios:

3450 dólares, esta máquina se encuentra en estados unidos, a estos se le tiene que agregar el gasto de envío más gastos de aduanare en los cuales puede aumentar a más de 20000 dólares. (EBAY, 2017)



Figura No. 84 - Herramienta cotizada.

### **3. Manual de operación de la fresadora**

Para empezar a realizar la fresadora se tienen que tomar en cuenta lo siguiente:

Se cierra el circuito desde la caja de registro central ubicada en el taller de máquina herramienta, este le da suministro de voltaje a la fresadora.

Posterior a esto la fresadora posee un inversor de giro el cual le envía el voltaje al motor eléctrico de la máquina, es este punto se tiene que tomar en cuenta si se va a realizar un fresado en contra o favor de la marcha, y así decidir en el sentido que va a girar la máquina.

La fresadora tiene dos dispositivos aparte del inversor de giro que hacen que la maquina se detenga, uno de los dispositivos va ubicado en la tapa trasera de la máquina que una vez que se abra la tapa trasera de la maquina esta se detendrá, y el otro dispositivo es una palanca ubicada en la parte opuesta al inversor de giro, una vez que se accione esta palanca la maquina se detendrá.

Antes de encender la maquina se debe de tomar en cuenta cual es la velocidad de corte que se va a utilizar, esta velocidad de corte varía según la ubicación de las palancas ubicadas en un costado de la máquina, este puede variar desde 45 a 1215 RPM, cabe recalcar que esta variación de velocidades también va influida por la posición de las bandas que conectan al motor con el mecanismo de la máquina.

Se tiene que tomar una decisión más antes de la puesta en marcha de la máquina, esta es que, si el avance de la pieza a maquinar se va a realizar manual o automático, si se desea realizar manual, se debe de seleccionar a qué velocidad de avance va a funcionar la maquina esto se hace con dos palancas ubicadas a la par del inversor de giro, van desde 0.75 hasta 15 pulgadas por minuto, siempre tomando en cuenta la posición de las bandas que conectan el motor con el mecanismo de la máquina.

Una vez seleccionados los parámetros anteriores mencionados ya se puede poner en marcha la máquina herramienta.

Una vez la maquina trabajando se debe de ver el aumento de temperatura según las exigencias que se le realicen a la herramienta de corte, si se necesita refrigeración la maquina dispone de la bomba que impulsa el líquido refrigerante, esta se activa por medio de un selector ubicado en un costado de la máquina, este puede ser utilizado sin necesidad que la maquina este encendida, la regulación del caudal se realiza desde una válvula ubicada sobre la manguera que conecta la bomba de enfriamiento con el dispensador de líquido refrigerante. Si no se necesita utilizar líquido refrigerante se puede cerrar por completo la válvula, aunque la bomba este encendida.

Con los pasos anteriores de forma rápida se puede trabajar en la máquina, tanto la velocidad de corte como la de avance se seleccionan según diagramas que posee la máquina herramienta a la par de cada sistema de palanca.

#### 4. Plan de mantenimiento preventivo de la fresadora

Mantenimiento preventivo planificado (MPP)

Se llama mantenimiento preventivo planificado a todo el conjunto de medidas de carácter técnico y organizativo, mediante los cuales se llevan a cabo el mantenimiento y la reparación de los equipos. Estas medidas son elaboradas previamente según un plan que asegura el constante de los equipos.

Algunas de las ventajas de realizar un MPP

Confiability, los equipos operan con mejores condiciones de seguridad ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.

Disminución del tiempo muerto, tiempo de para de los equipos.

Mayor vida útil de los equipos

(ECURED, 207, pág. 1)

Composición del mantenimiento preventivo planificado.

**Servicio diario del equipo:** este consiste en que el responsable del equipo observe que este se encuentre en buen estado al comienzo y al final de utilizarse previamente se deberán eliminar los defectos que se presente, estos son aquellos que no impidan la utilización del equipo, se deberá verificar el estado de las transmisiones por correas verificar que estas no estén gastadas o cambiarlas si presentan síntomas de rotura. Estos procedimientos deben realizarse durante el tiempo que el equipo permanece parado para no afectar el servicio de producción

**Trabajo periódico:** este es el que se realiza de acuerdo a un plan de mantenimiento elaborado en el cual se lleva a cabo la limpieza de los equipos desmontando las partes de los mismos para limpiarlos partículas de polvo o metal, después de limpiarse el equipo se deberá soplar con aire a presión, este incluye

hacer cambios de aceite y comprobación de la precisión del equipo si es necesario. El trabajo periódico se efectuará sin afectar los intervalos de funcionamiento es decir en los días de descanso.

Tabla II. Periodicidad de la limpieza para distintos equipos.

Equipo	Horas de trabajo
Equipos de fundición de limpiar, equipos para hacer formas simples de fundición y otros	190
Maquinas herramientas que trabajan con abrasivos, rectificadoras, máquinas de afilar, máquinas para la elaboración de madera, equipos de pulir.	190
Martillos, máquinas de forjar, sierras para metales, cizallas, grúas de talleres de fundición	380
Maquinas herramientas grandes y prensas hidráulicas	570
Maquinas herramientas que trabajan con herramientas metálicas y tornos para madera	750
Máquinas de precisión (taladradora por coordenadas, equipos de laboratorio, etc.)	190

**Revisión:** en este proceso se lleva a cabo la revisión del equipo donde se comprueba que los mecánicos, cajas de velocidades, sistemas de lubricación estén en buen funcionamiento, además de verificar que no exista un calentamiento excesivo en las partes giratorias del equipo, así como también comprobar las holguras entre las uniones móviles y regulación de los mecanismos.

**Reparación pequeña:** esta tiene como finalidad evitar defectos del equipo donde se toma en cuenta un volumen mínimo equivalente al 20% de la reparación general, es decir se realiza una reparación preventiva a una pequeña cantidad de piezas con la regulación de los mismos garantizando la explotación normal del equipo.

Durante la reparación pequeña el equipo no trabaja y se realizan los siguientes trabajos:

- a) Desmontaje parcial del equipo: desmontaje de dos o tres mecanismos (embragues de fricción, husillo, etc.). Desmontaje de las tapas de las cajas de velocidades y de avances para su revisión y limpieza.
- b) Limpieza del equipo y de los mecanismos desmontados.
- c) Desmontaje del husillo, rectificación de las superficies de trabajo del husillo, escrepado de los cojinetes del husillo si son cojinetes de deslizamiento del husillo y regulación de los cojinetes.
- d) Comprobación de la holgura entre los árboles y cojinetes, sustitución de los cojinetes desgastados, regulación de los cojinetes de rodamiento.
- e) Desmontaje del embrague de fricción, sustitución de los discos desgastados, regulación del embrague de fricción
- f) Sustitución de ruedas dentadas con dientes rotos o reparación de ruedas dentadas si es posible
- g) Sustitución de los elementos de fijación rotos o desgastados (chavetas, tornillos tuercas, etc.)

- h) Sustitución de tuercas desgastadas de los tornillos principales y reparación de las roscas de los mismos.
- i) Rectificación de las guías de bancadas, mesas, etc.
- j) Comprobación de los mecanismos de control y corrección de los defectos localizados.
- k) Comprobación y reparación de los mecanismos de lubricación y refrigeración.
- l) Determinación de las piezas que exigen su sustitución durante la próxima reparación.
- m) Comprobación de la precisión.
- n) Prueba del equipo en marcha sin carga comprobación de inexistencia de ruidos o calentamiento excesivo.

**Reparación mediana:** en esta se realizan una cantidad de trabajos mayor que durante la reparación pequeña equivalente a un 60% de la reparación general.

Durante una reparación mediana se realizan los siguientes trabajos:

- a) Los trabajos previstos para la reparación pequeña.
- b) Escrepado de las guías desgastadas de las bancadas, mesas, carros, etc.
- c) Desmontaje de los mecanismos (cajas de velocidades y avances, mecanismo de delantal, etc.)
- d) Sustitución de las ruedas dentadas desgastadas de las transmisiones de rueda y tornillo sin fin...
- e) Pintar los recipientes de aceite y exteriormente el equipo
- f) Comprobación de la precisión

Cabe mencionar que en la reparación mediana se realizan aquellos trabajos se observen durante las revisiones anteriores.

**Reparación general:** esta es la reparación de máximo volumen durante esta se realiza el desmontaje total del equipo y de todos los mecanismos desgastados, así como la reparación de las piezas básicas del equipo.



En la reparación general se realizan los trabajos siguientes:

- a) Los trabajos previos para la reparación media
- b) Desmontaje total del equipo
- c) Sustitución o reparación de las bombas de aceite, reparación del sistema de lubricación y del sistema hidráulico.
- d) Rectificado de todas las superficies guías
- e) Comprobación y corrección de los defectos de la base del equipo.
- f) Comprobación de la precisión

### **CICLO DE REPARACIÓN Y DURACIÓN.**

El ciclo de reparación constituye la parte más importante del MPP, la elección de un ciclo adecuado significa un mejor aprovechamiento del equipo de seguridad de operación, ahorro de piezas, materiales, mano de obra, etc. Las operaciones que se realizan en el ciclo se dividen en cuatro categorías: Revisión **(R)**, reparación pequeña **(P)**, reparación mediana **(M)** y reparación general **(G)**.

Recordemos que las revisiones que se realizan durante una reparación no forma parte ciclo.

Cada máquina puede pasar por varios ciclos de reparación durante su vida útil, cada tipo de ciclo tiene su estructura propia, la cual fija el número y los tipos de revisiones y reparaciones que se realizaran en el equipo.

Tabla III. Ciclo de reparación

Equipo	Estructura del ciclo de reparación	Número de operaciones		
		M	P	R
Maquinas herramientas livianas y medianas hasta 10 ton.	G-R-P-R-P-R-M-R-P-R-P-R-P-R-G	2	6	9

La duración del ciclo no es más que las horas que debe trabajar un equipo entre dos reparaciones generales o entre la puesta en marcha y la primera reparación general, para la cual se utiliza la siguiente fórmula.

$$T = N * M * Y * Z * K [h]$$

*N: Coeficiente que relaciona el tipo de producción.*

*M: Coeficiente que relaciona el tipo de material que trabaja la máquina.*

*Y: Coeficiente que relaciona las condiciones ambientales donde se encuentra el equipo.*

*Z: Coeficiente que relaciona el peso del equipo*

*K: Duración teórica del ciclo.*

Tabla IV Coeficiente N

Valor de coeficiente (N)	
Tipo de producción	N
En masa	1.0
En serie	1.3
En serie pequeña o individual	1.5
Para todo tipo de equipos menos grúas y elevadores	

Tabla V. Coeficiente M

Valor de coeficiente (M)				
Máquina Herramienta	Acero de construcción	Acero de alta Calidad	Aleación de Aluminio	Hierro fundido y bronce
De precisión normal o de precisión	1.0	0.7	0.75	0.8-0.9
Para máquinas que trabajan con abrasivos. M= 0.9				

Tabla VI. Coeficiente Y

Valor del coeficiente (Y)					
Maquinas Herramientas		Condiciones de abrasivo seco	Trabaja en condiciones normales	Trabaja en locales con polvo y humedad	Trabaja en locales separados específicamente
De precisión normal		-	1.0	0.8	-
De precisión			1.2	-	1.4
	Precisión normal	0.7	1.0	0.8	-
	Alta precisión	-	1.1	-	1.3

Tabla VII. Coeficiente Z

Valor del coeficiente (Z)	
Maquinas herramientas	Z
Livianas y medianas hasta 10 toneladas	1.0
Grandes y pesadas hasta 100 toneladas	1.35
Muy pesadas y únicas más de 100 toneladas	1.75

Tabla VIII. Coeficiente K

Valor de (K) para distintos equipos	
Equipos	K
Maquinas herramientas	
Livianas y medianas hasta 10 ton.	
a) Con tiempos de explotación hasta 20 años	26000
b) Con tiempos de explotación mayor de 20 años	23400

Entonces tendremos:

$$T = N * M * Y * Z * K [h]$$

$$T = (1.5)(0.9)(1)(1)(23,400) h = 31,590 h$$

### Tiempo entre operaciones del ciclo

El tiempo entre las operaciones del ciclo se determina mediante la fórmula:

$$t_0 = \frac{T}{R + P + M + 1} [h]$$

*R: Cantidad de revisiones en el ciclo*

*P: Cantidad de reparaciones pequeñas en el ciclo*

*M: Cantidad de reparaciones en el ciclo*

De acuerdo a la estructura del ciclo tendremos:

$$t_0 = \frac{31,590 h}{9 + 6 + 2 + 1} = 1,755 h$$

Esto nos dice que cada 1,755 h de trabajo del equipo debe efectuarse un trabajo de MPP, recordemos que pueden ocurrir alteraciones ya que son cálculos teóricos y pueden adaptarse a la realidad.

### Tiempo entre reparaciones.

El tiempo entre reparaciones se determina mediante la fórmula:

$$t_r = \frac{T}{P + M + 1} [h]$$

$t_r$ : Tiempo medio entre reparaciones

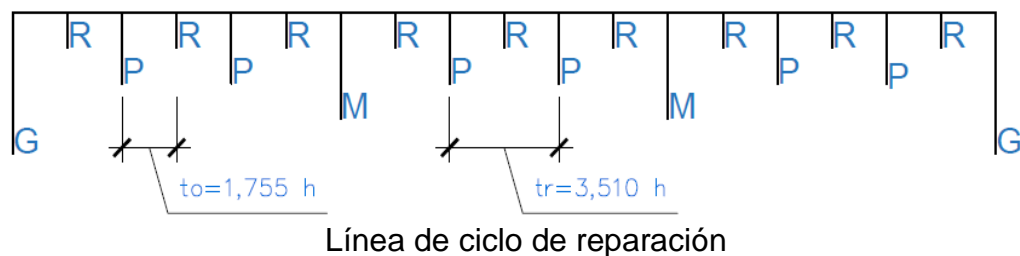
$P$ : Cantidad de reparaciones pequeñas en el ciclo

$M$ : Cantidad de reparaciones medianas en el ciclo

Entonces tendremos:

$$t_r = \frac{31,590 \text{ h}}{6 + 2 + 1} = 3,510 \text{ h}$$

Lo que quiere decir es que cada 3,510 horas de trabajo del equipo deberá efectuarse una reparación.



(CASETA, MANUAL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS INDUSTRIALES, pág. 41)

Por medio del cálculo anterior se determinó el tiempo entre reparación de la máquina. Pero existen ciertas operaciones que se deben de realizar periódicamente y antes de poner en marcha la máquina.

- Inspeccionar la banda que conecta el motor eléctrico con el eje de la máquina.
- Antes de cerrar el circuito principal asegurar que la maquina se encuentre apagada para evitar cualquier encendido inesperado de la misma.
- Revisar que el eje porta herramienta este bien ajustado para evitar oscilación en el mismo y evitar daños en los rodamientos.

- Antes de encenderla poner la mesa de trabajo de la maquina en posición neutro para evitar el movimiento de esta de forma inesperada.

La próxima tabla designa las tareas que se realizaran en el mantenimiento preventivo de la maquina en cuanto a la lubricación:

Lubricación de la maquina		
Partes a lubricar	Método de lubricación	Periodo de lubricación
Columna	Baño de aceite	Mantener el nivel que se muestra en el visor de cristal
Eje principal	Válvula de lubricante en el lado derecho de la columna	En el momento que se vaya a poner a trabajar la maquina
Soporte de árbol	Botón pulsador del reservorio de aceite	Presionar el botón por cinco segundos antes de poner a funcionar la máquina, se debe de verificar el nivel en el visor de cristal
Caja de alimentación	Baño de aceite	Mantener el nivel que se muestra en el visor de cristal
Rodamiento superior de la caja de alimentación	Válvula de lubricante	En el momento que se vaya a poner a trabajar la maquina
Mesa	Válvula de aceite en el lado frontal izquierdo de la mesa giratoria	En el momento que se vaya a poner a trabajar la maquina
Tornillo y rodamiento	Válvula de aceite a cada lado de la punta de lanza	Semanalmente si es que se utiliza diario
Engranajes helicoidales de la rodilla vertical.	Baño de aceite	Mantener el nivel que se muestra en el visor de cristal
Rodillos verticales	Válvula de aceite a cada lado de la rodilla	Semanalmente si es que se utiliza diario
Eje de rodilla vertical y rodamientos	Válvula de lubricante adyacente al visor de nivel de aceite	Semanalmente si es que se utiliza diario
Cojinete de eje transversal y vertical	Válvula de lubricante en cada alojamiento de rodamiento	Semanalmente si es que se utiliza diario

Todas las partes a lubricarse por medio de las válvulas deben de hacerse por medio de una bomba manual de lubricación.

### Mantenimiento

Los cojinetes del husillo principal se pueden ajustar extrayendo el pilar trasero y ajustando las dos tuercas de seguridad. Vea la Figura 85. Se debe tener un gran cuidado cuando el ajuste de la máquina debe realizarse con un cheque que comprenda que el aumento de temperatura de los cojinetes no sea excesivo.

El árbol fijo está equipado con un casquillo de bronce cónico que puede ajustarse para absorber el desgaste aflojando el bloqueo trasero y apretando la tuerca delantera una cantidad correspondiente.

Este procedimiento se debe de llevar a cabo realizando una inspección cada 100 horas de uso.

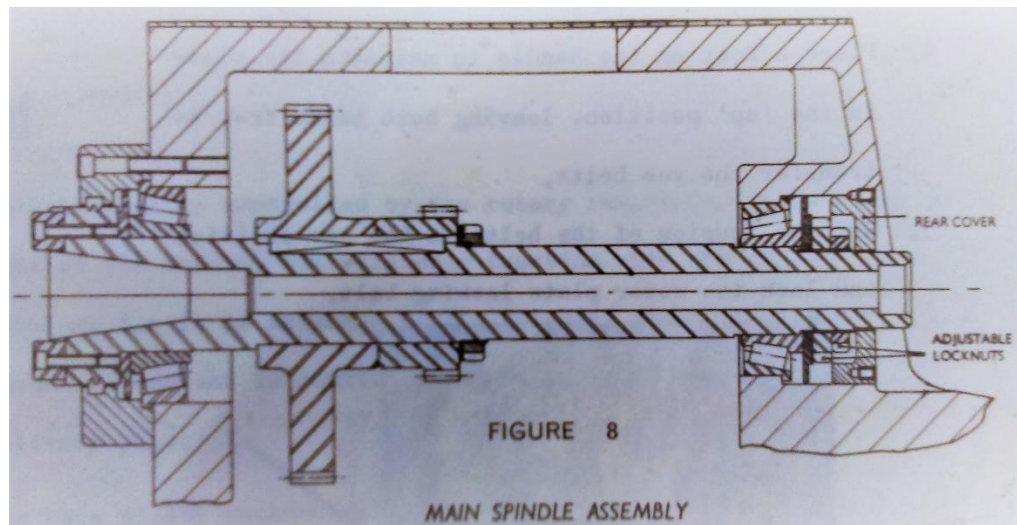


Figura No. 85 – Conjunto del husillo principal.

## Alimentación automática

El mecanismo de accionamiento de la alimentación automática se evita de la sobrecarga mediante una mordaza de latón de 1/8 "de diámetro montada en la junta universal más próxima a la columna

## Corredera

Los grifos cónicos controlan el espacio libre de la mesa y las correderas y el ajuste para el desgaste se ve afectado por los tornillos situados en el extremo.

El ajuste de rodilla se realiza mediante el retroceso de los pernos de fijación, y el ajuste del tornillo prisionero para ajustar la tira más cerca de la cola de cola de la columna; vuelva a montar los pernos de fijación después del ajuste.

Esta inspección se debe de realizar cada 200 horas de trabajo para verificar si existe o no un juego.

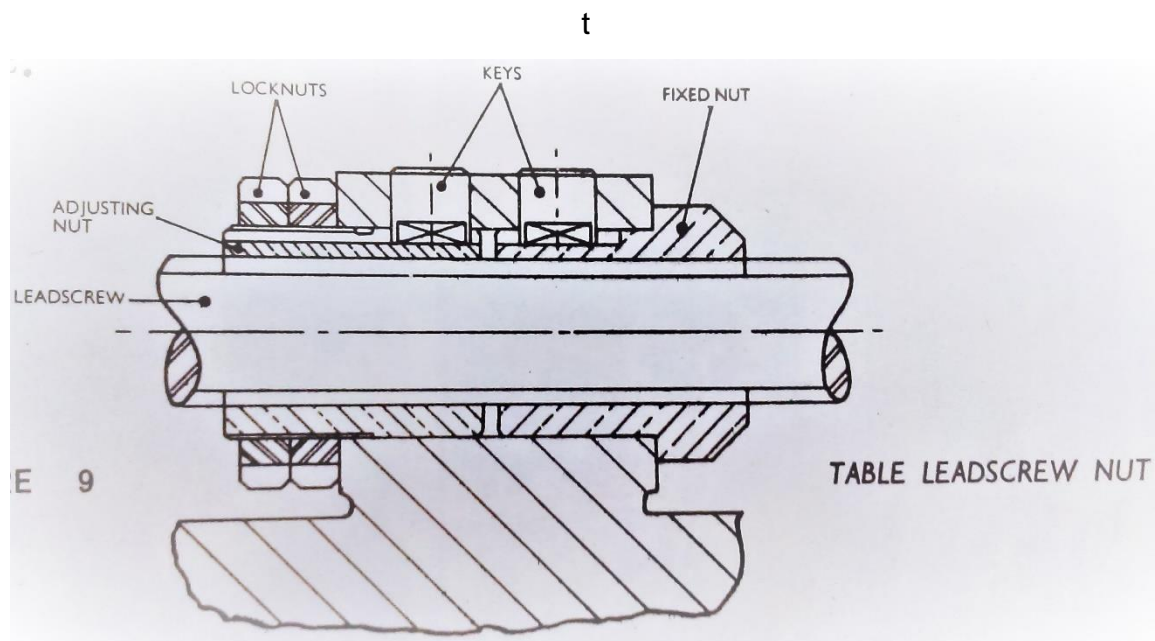


Figura No. 86 – Tornillo de la mesa



## **Engranaje de columna**

El engranaje de columna puede inspeccionarse parcialmente retirando la placa de inspección del panel de cambio de marchas.

## **Tabla - tuerca de tornillo de plomo**

La holgura excesiva en la tuerca del tornillo del plomo de la mesa se puede eliminar como sigue;

Retire ambos soportes de la mesa y presione la mesa hacia la izquierda, esto revelará la tuerca de la mesa. La tuerca de mesa se encuentra en dos mitades, tal como se ha ilustrado en la figura 9 y todo lo que es necesario para obtener la cantidad correcta de holgura es ajustar las contratuercas. Asegúrese de que las contratuercas estén apretadas después del ajuste.

## **Después de haberse usado la máquina.**

Después de haberse efectuado una operación en la maquina se deben de realizar ciertas operaciones para su próximo funcionamiento.

- 1.-Limpiar el descargue del líquido refrigerante que va de la mesa de trabajo al depósito del líquido.
- 2.- Dejar reposar los aceites de la maquina durante 5minutos y revisar los niveles de cada una de sus partes.
- 3.-Revisar el nivel del líquido refrigerante.
- 4.-Inspeccionar el nivel de aceite del cojinete del eje porta herramienta y mantenerlo en su nivel debido a que este si tiende a bajar debido a que lubrica una pieza externa de la máquina.

## **V. Conclusiones.**

- Se realizó un diagnóstico de la fresadora universal evaluando la parte estética, el sistema eléctrico y mecánico, encontrando deterioro en la pintura y placas de operación, falta de sistema eléctrico, daños en la bomba y motor eléctrico.
- Se propusieron soluciones de acuerdo al diagnóstico realizado dando como resultado la ejecución de un mantenimiento correctivo dando así la solución total a todos los problemas encontrados en la máquina, elaborando totalmente el sistema eléctrico, renovando la pintura y las placas de la fresadora, quedando en perfecto funcionamiento todos los elementos de la máquina.
- Se realizaron las pruebas correspondientes para verificar el buen estado de la máquina herramienta, entre las pruebas la definitiva fue realizar la elaboración de un engranaje recto.
- Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo de la maquina en la cual se determina el tiempo y actividad a realizar a la máquina.
- Se realizó una valoración de los costos de reparación que incluyen los materiales que se utilizaron para la reactivación de la máquina herramienta y se hizo una comparativa al costo de adquirir una máquina de similares características lo cual resalto un mayor costo, y por otra parte se hizo un cálculo económico del mantenimiento de la máquina.

## **VI. Recomendaciones.**

- Esta máquina debe de ser manipulada por operarios o personal capacitado previamente.
- Se debe de seguir el plan de mantenimiento descrito en el documento para evitar posibles fallos en la máquina herramienta.
- Si llega a suceder cualquier fallo eléctrico de la máquina herramienta las piezas sustitutas deben de ser de igual capacidad a las instaladas en la máquina para evitar un posible fallo en el circuito eléctrico.
- El aceite recomendado a utilizar en la máquina herramienta debe de ser SAE 40 o aceites homólogos a este tipo.
- La grasa que se puede utilizar no necesariamente tiene que ser para temperaturas muy elevadas, debido a que las partes que necesitan de este tipo de lubricante no están en contacto directo con una fuente de calor.

## VII. Bibliografía

- BAWA, H. (2007). PROCESOS DE MANUFACTURA. NUEVA DELHI: MC GRAW HILL.
- C., P. H. (1990). AFILADO DE HERRAMIENTAS. En P. H. C., *AFILADO DE HERRAMIENTAS* (pág. 62). CERVANTES IMPRESIONES PRIMERA EDICIÓN. Recuperado el 11 de 2016, de <http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1590/1/vol9.pdf>
- CANEPUSER. (9 de SEPTIEMBRE de 2011). *MAQUINAS HERRAMIENTAS Y CNC*. Obtenido de MAQUINAS HERRAMEINTAS Y CNC: <https://pyrosisproyect.wordpress.com/2011/09/09/refrigerantes/>
- CASETA. (s.f.). MANUAL DE MANTENIIMIENTO. En CASETA, *MANUAL DE MANTENIIMIENTO*. EDITORIAL PUEBLO Y EDUCACIÓN.
- CASETA. (s.f.). MANUAL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS INDUSTRIALES. En CASETA, *MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO*. PUEBLO Y EDUCACION . Recuperado el 2017
- EBAY. (11 de MAYO de 2017). Obtenido de EBAY: <http://www.ebay.com/itm/KEARNEY-TRECKER-HORIZONTAL-MILLING-MACHINE-5H-Plain-28650-/252888975816?hash=item3ae15b89c8:g:eJAAOSwBP9UWQsn>
- ECURED. (ABRIL de 207). *ECURED*. Obtenido de ERCURED: [https://www.ecured.cu/Mantenimiento\\_preventivo\\_planificado#Ventajas](https://www.ecured.cu/Mantenimiento_preventivo_planificado#Ventajas)
- HERRAMIENTAS, D. M. (5 de JULIO de 2012). *DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS*. Obtenido de DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS: <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>
- MANUFACTURA, P. D. (26 de OCTUBRE de 2016). *PROCESOS DE MANUFACTURA*. Recuperado el 26 de OCTUBRE de 2016, de PROCESOS DE MANUFACTURA: <http://procesosdemanufactura1.blogspot.com/2011/10/unidad-vi-principio-del-funcionamiento.html>
- MECANICA, G. T. (18 de JUNIO de 2017). *GTM*. Obtenido de GTM: <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/TecFab/16.pdf>
- PYROSIS13. (9 de SEPTIEMBRE de 2011). *MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y CNC*. Obtenido de MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y CNC: <https://pyrosisproyect.wordpress.com/category/fresadora/estructura-y-principales-movimientos/>

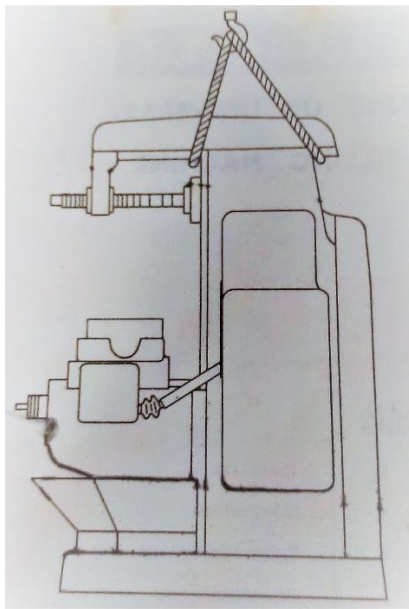
- Schafer, J. A. (26 de OCTUBRE de 2016). *BIBLIO*. Recuperado el 26 de OCTUBRE de 2016, de BIBLIO:  
[http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro\\_ma/11.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/11.pdf)
- TR. (14 de JULIO de 2011). *TARINGA*. Obtenido de TARINGA:  
<http://www.taringa.net/post/apuntes-y-monografias/10892542/Fresadora-procedimientos-y-tipos-de-fresas.html>
- UNAD. (26 de OCTUBRE de 2016). *UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA*. Recuperado el 26 de OCTUBRE de 2016, de UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA:  
[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208009/Contenido%20en%20linea/31\\_definicion\\_y\\_clasificacion\\_de\\_mquinas\\_herramienta.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208009/Contenido%20en%20linea/31_definicion_y_clasificacion_de_mquinas_herramienta.html)
- UNAM. (16 de NOVIEMBRE de 2016). *CONCEPTOS BASICOS DE MANTENIMIENTO*. Obtenido de CONCEPTOS BASICOS DE MANTENIMIENTO:  
<http://www.fio.unam.edu.ar/Secretarias/Administrativa/conc/bibli/mantenimiento/conceptos-basicos-mantenimiento.pdf>
- VAIKON. (s.f.). Monterrey, Conductores. En VAIKON, *Monterrey, Conductores* (pág. 20). Mexico: Monterrey Edit. Recuperado el 2017, de  
<http://www.viakon.com/pdf/categorias/24.pdf>

## **VIII. Anexos**

### **Manual de operación y mantenimiento**

#### **Instalación**

Es importante que la máquina esté correctamente colocada y la figura 1 muestre el método que recomendamos. Antes de levantarla, asegúrese de que esté bien sujeta de la columna.



#### **Limpieza**

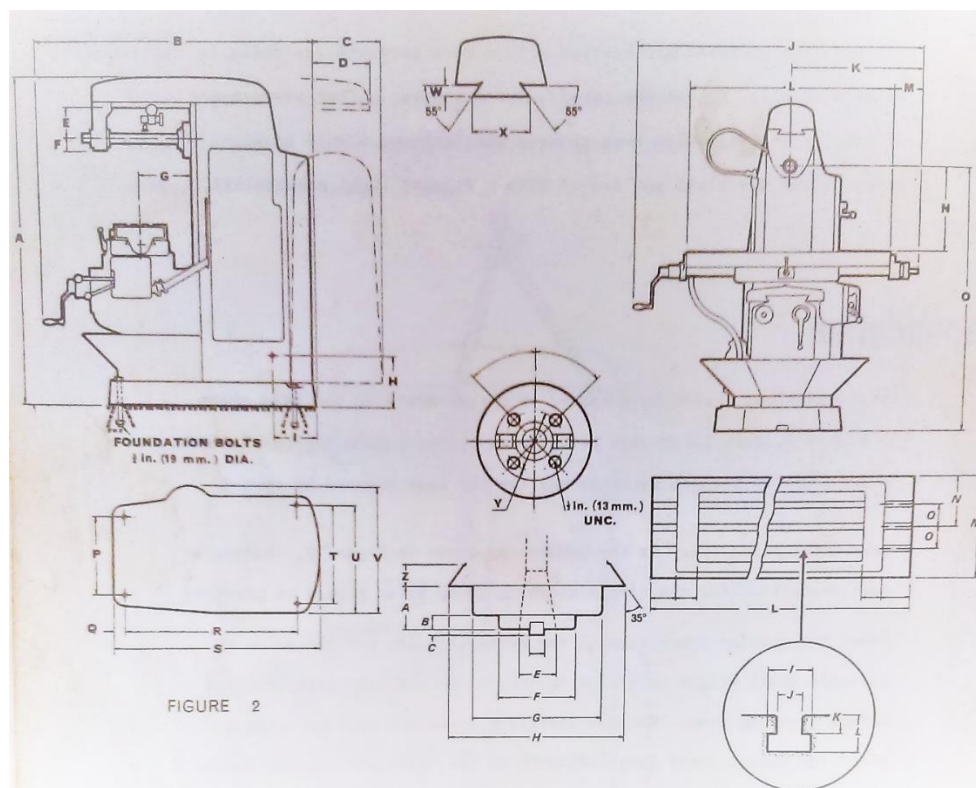
Todas las superficies de la máquina están cubiertas con una capa anticorrosiva que es soluble en aceite. No utilice diluyentes de parafina. Después de que se haya retirado un trazo de protección contra el óxido, las superficies deben limpiarse con un paño seco y limpio y cubrir con un poco de aceite ligero de la máquina.

#### **Fundición**

La cimentación debe prepararse de acuerdo con el plan mostrado en la figura 2, prestando especial atención a dejar espacio para que el operador se mueva libremente entre la máquina y para que la puerta trasera se abra.

Localice la entrada de la red a la máquina como se muestra en la figura 2. Se debe proveer protección de fusible adecuada para el motor de arranque directo de 2 1/2 hp. Baje la máquina con pernos de trazo y las placas sobre las cuñas metálicas adecuadas o tiras de modo que se puede nivelar correctamente antes de la lechada hacia abajo. El nivelado correcto se establece utilizando un nivel de aguja de precisión longitudinalmente sobre la superficie de la mesa y transversalmente en cada extremo.

Después de ajustar las cuñas o las tiras, el procedimiento habitual es construir una presa alrededor de la máquina de aproximadamente 4 "de ancho, colocando pedazos de madera en la posición y llenando con cemento de lechada a 1" por encima del nivel normal del piso.



**FIGURA 2**

	A	B	C	D	E	F	G	G	H	I	J	K	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Ins.	56½	48½	11½	9½	5½	1½	min. 5½	max. 12½	9½	7½	51	min. 15	max. 35	36	5	max. 14½	46	14	2	30½	36½	18½	21	23	½	4.912	P.C.D 2½	1
m.m.	1429	1232	292	246	133	45	143	321	232	194	1295	381	889	914	127	372	1168	356	51	775	927	460	533	584	29	125	67	25

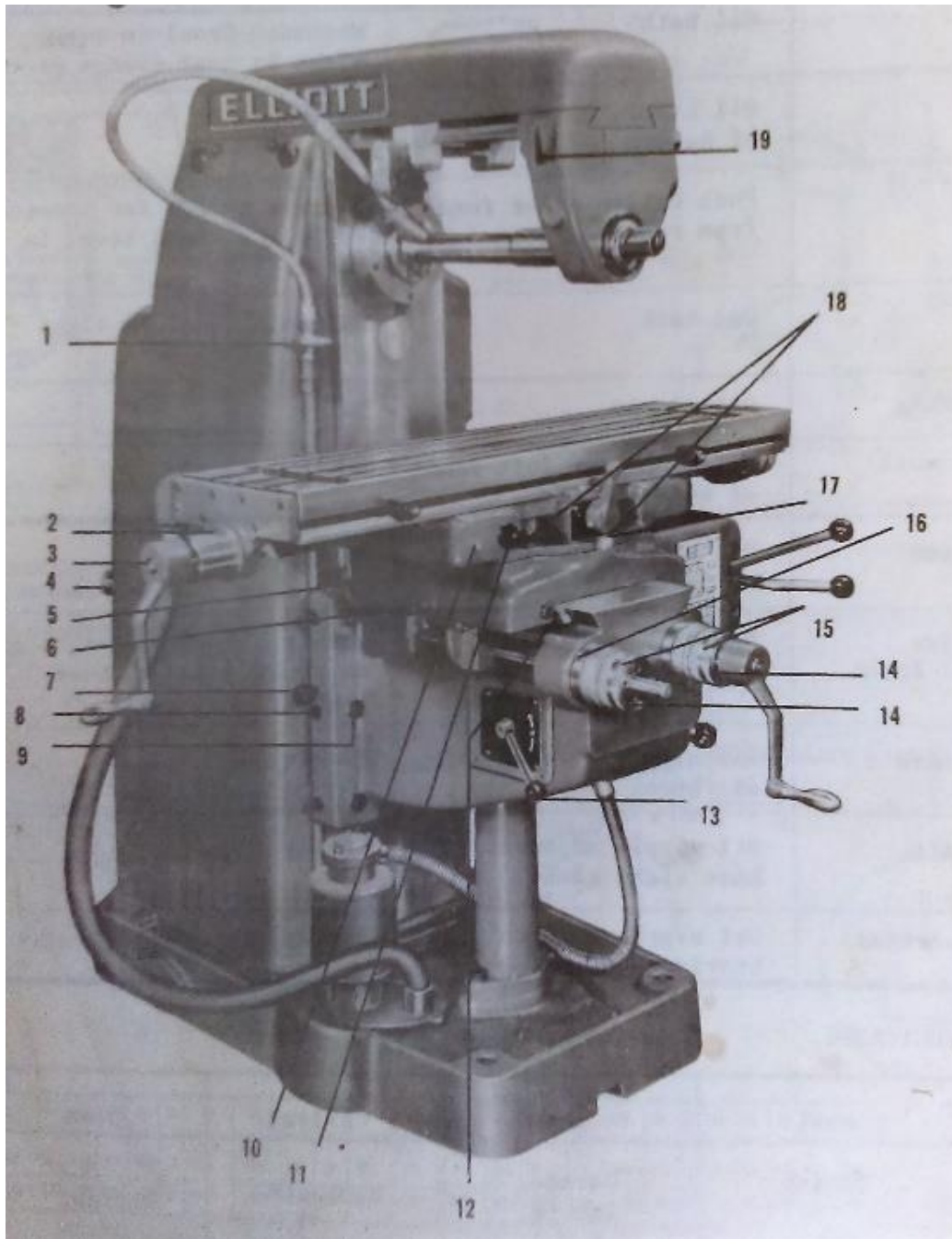
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
Ins.	2 ⅞	1½	⅞	⅞	½	dia. 1½	dia. 3½	dia. 5½	a/c 8	1	⅞	⅞	½	9	4½	2	2½	2
m.m.	52	18	8	60	45	89	149	203	25	14	11	22	229	114	51	57	51	

**FUGURA 2**

Esta máquina se puede instalar con seguridad en un piso que no sea a nivel del suelo.



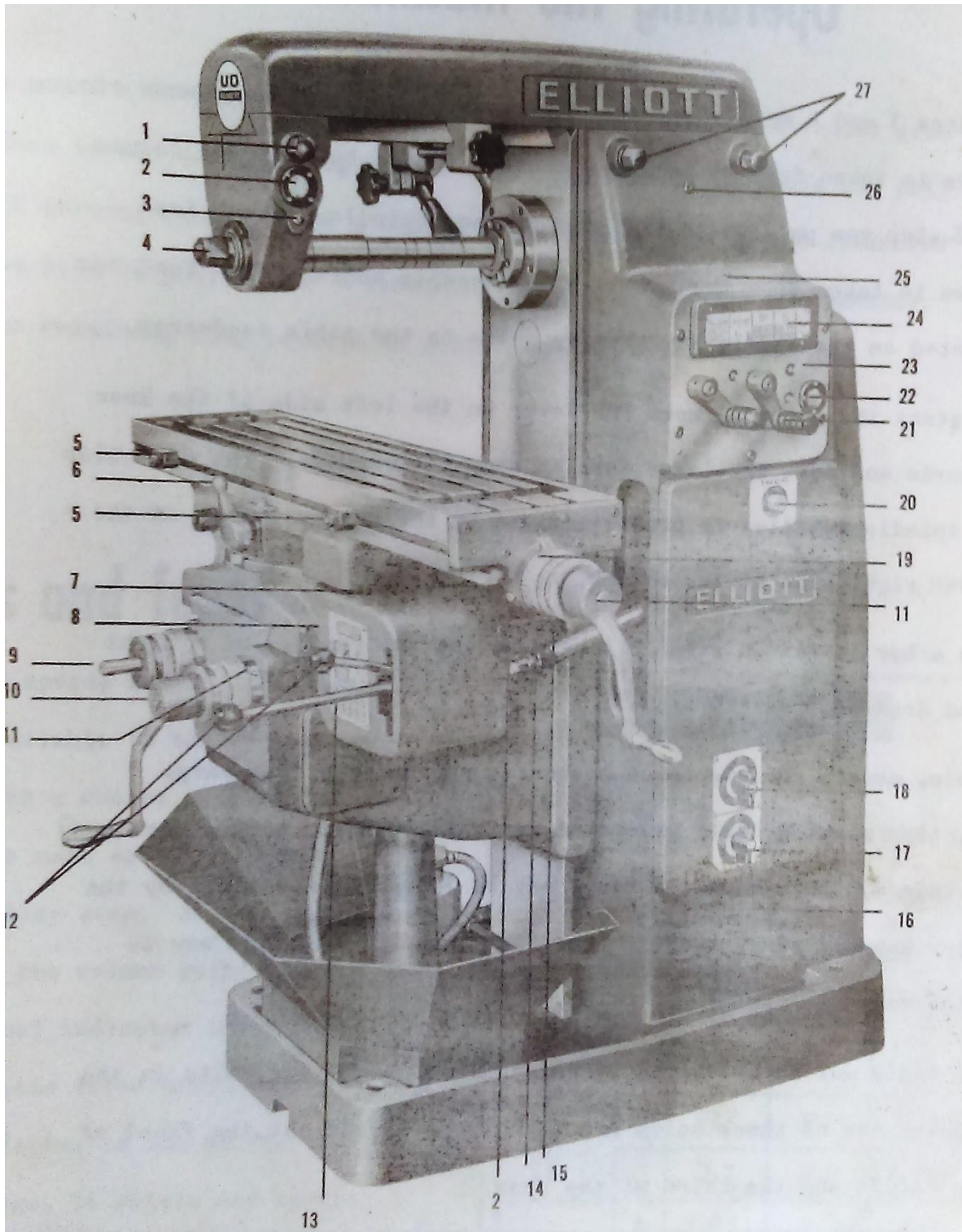
Lubricación de la maquina		
Partes a lubricar	Método de lubricación	Periodo de lubricación
Columna	Baño de aceite	Mantener el nivel que se muestra en el visor de cristal
Eje principal	Válvula de lubricante en el lado derecho de la columna	En el momento que se vaya a poner a trabajar la maquina
Soporte de árbol	Botón pulsador del reservorio de aceite	Presionar el botón por cinco segundos antes de poner a funcionar la máquina, se debe de verificar el nivel en el visor de cristal
Caja de alimentación	Baño de aceite	Mantener el nivel que se muestra en el visor de cristal
Rodamiento superior de la caja de alimentación	Válvula de lubricante	En el momento que se vaya a poner a trabajar la maquina
Mesa	Válvula de aceite en el lado frontal izquierdo de la mesa giratoria	En el momento que se vaya a poner a trabajar la maquina
Tornillo y rodamiento	Válvula de aceite a cada lado de la punta de lanza	Semanalmente si es que se utiliza diario
Engranajes helicoidales de la rodilla vertical.	Baño de aceite	Mantener el nivel que se muestra en el visor de cristal
Rodillos verticales	Válvula de aceite a cada lado de la rodilla	Semanalmente si es que se utiliza diario
Eje de rodilla vertical y rodamientos	Válvula de lubricante adyacente al visor de nivel de aceite	Semanalmente si es que se utiliza diario
Cojinete de eje transversal y vertical	Válvula de lubricante en cada alojamiento de rodamiento	Semanalmente si es que se utiliza diario



**FIGURA 3**

NUMERO DE PARTE	NOMBRE
1	Grifo de agua
2	Cubierta de engranajes
3	Boquilla de aceite
4	Puerta trasera que oculta el motor y las dos poleas
5	Boquilla engrasadora de aceite de la columna
6	Perno de bloqueo de la mesa
7	Perno de bloqueo de la rodilla
8	Perno de bloqueo de la rodilla
9	Perno de sujeción de la rodilla

10	Boquilla de aceite de la silla y mesa de trabajo
11	Bloqueo de la mesa de trabajo
12	Bloque de la cuchilla de la silla de montar
13	Palanca de paro rápido
14	Bloqueos de la marcación
15	Marca graduado en divisiones de 0,001 pulgadas (0,02 mm) Máquina métricas de
16	Boquilla engrasadora de aceite del eje transversal
17	Graduaciones
18	Pernos de bloqueo giratorio
19	Filtro de aceite



**FIGURA 4**

N°	Columna
1	Cierre del soporte del eje
2	Cristal nivel de aceite
3	Botón de lubricación
4	Tuerca de eje porta herramienta
5	Paradas del movimiento de la fresa
6	Palanca de embrague de la mesa de trabajo
7	Tapón de alimentación de aceite
8	Alimentador de aceite de la caja de avance
9	Palanca de movimiento del eje transversal
10	Palanca de movimiento del eje vertical
11	Lubricador
12	Palanca de cambio de la velocidad de avance
13	Placa de velocidad de avance
14	Boquilla de descargue de aceite de la rodilla

15	Boquilla de aceite de eje vertical
16	Entrada de cable de red eléctrica
17	
18	Interruptor de bomba de enfriamiento
19	Marca graduado en divisiones de 0,001 pulgadas (0,02 mm) Máquina métricas de
20	Botón de avance lento
21	Palancas de cambio de velocidad de corte
22	Visor de nivel de aceite de la palanca
23	PANEL DE INSPECCIÓN DEL ENGRANAJE de la COLUMNA
24	Placa de velocidad de corte
25	Tapón de relleno de aceite
26	Lubricador de eje porta herramienta
27	Pernos de seguro del soporte de eje porta herramienta

### Funcionamiento de la máquina

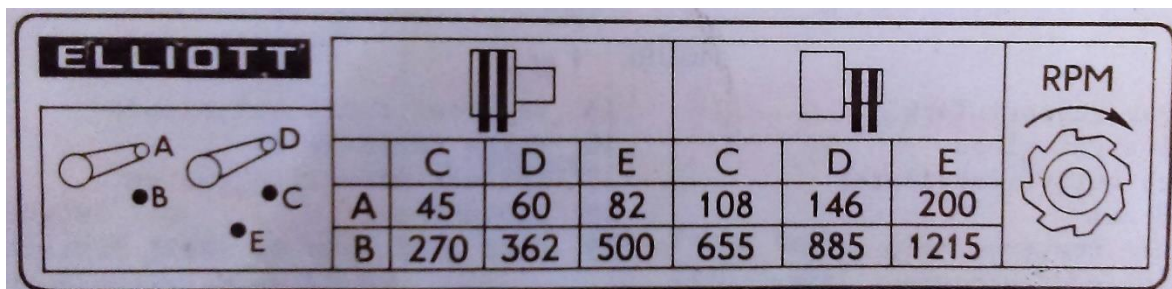
Las figuras 3 y 4 aclaran las funciones de las diferentes palancas, etc. Es impulsado por un motor de 2 1/2 hp montado en la base de la columna por poleas de 2 pasos a la caja de cambios y al husillo. El accionamiento de alimentación se toma desde la columna por el eje telescópico a la caja de alimentación montada en el sillín y luego por los engranajes a la tabla tornillo



Para arrancar la máquina, mueva la palanca en la parte de abajo de la rodilla hacia arriba y hacia abajo según el sentido de giro que se desee utilizar. El eje está equipado con una tuerca izquierda en la parte delantera, y un tornillo derecho en la parte trasera.

Los diámetros de la tabla, de la silla y de la rodilla se pueden leer a partir de los grandes diales montados en fricción graduados en divisiones de 0.001 "(0.02 mm métricas) Los diales graduados pueden ser bloqueados al eje por el anillo moleteado externo. Desbloqueado

La mesa se puede girar desbloqueando tres pernos de fijación en el sillín, dos de estos pernos se encuentran en las bolsas en la parte delantera del sillín y el tercero en la parte trasera.

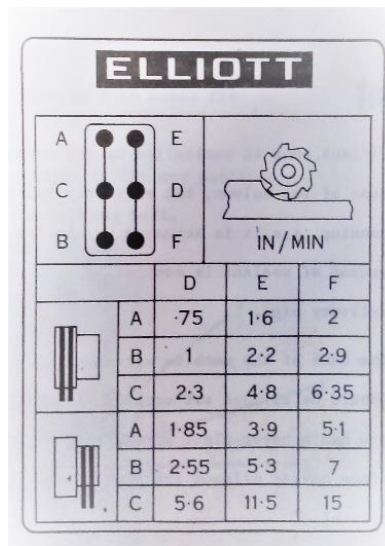


**FIGURA 5**

Para montar una cabeza divisora para el fresado en espiral, suelte el tornillo sinfín radial en el anillo de impulsión en el extremo izquierdo si la mesa y el tirón del anillo de conducción. Montar un engranaje del cabezal de división en el tornillo sin fin y mantenerlo en posición mediante un anillo de retención suministrado con las máquinas. La retención se mantiene en posición por medio de un tornillo sinfín.

### **Velocidad y alimentación.**

12 velocidades y 18 alimentaciones están disponibles para el operador, con una selección de 9 alimentaciones en la parada de polea cualquiera. Una placa de la velocidad en el panel de cambio de la rueda de la columna indica la posición apropiada de la palanca, relativa a la gama de la polea, para obtener cualquier velocidad especificada del husillo.



**FIGURA 6**

Las velocidades de alimentación de la mesa y la posición apropiada de la palanca se indican mediante una placa de alimentación en el lado de la caja de alimentación montada en el asiento.

El alimentador automático de mesa se puede encajar presionando la palanca de alimentación automática, en el centro delantero si el deslizador de la mesa se desliza, en la dirección de la alimentación deseada cuando el husillo está girando en sentido anti horario. los perros de disparo se pueden configurar para desconectar el alimentador en cualquier punto del rango.

### **Refrigerante**

La bomba de refrigerante es controlada por el interruptor rotatorio en el lado inferior derecho de la columna. La cantidad de refrigerante es controlada por un grifo adyacente al tubo de suministro flexible.

La base de la máquina sirve como un depósito para el refrigerante y debe ser limpiada ocasionalmente. Esto se efectúa retirando la placa de cubierta de drenaje

en el lado izquierdo si la fundición de base después de haber permitido a la bomba drenar el depósito en la medida de lo posible.

la bomba y la tapa de retorno del refrigerante deben retirarse para que pueda utilizarse una cuchara para la limpieza. Cuando limpie la base, es aconsejable retirar la bomba de refrigerante y limpiar el filtro.

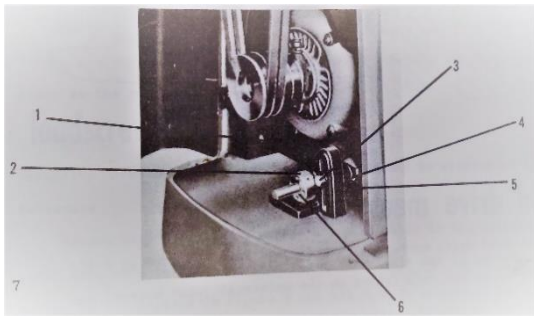
### **Cinturones (CORREAS)**

Es una cuestión muy importante simple transferir los dos correas de un paso a otro siguiendo de la siguiente manera.

refiriéndose a la figura 7

1. Afloje el perno de bloqueo de la placa del motor.
2. Montar la manija transversal de la mesa sobre el eje giratorio: el collar montado en el eje tiene cuatro orificios para adaptarse a los pasadores en el mango.
3. Gire el horno de la manija de manera que el elevador levante la placa del motor.
4. Coloque un pie en el mango para mantener la placa en la posición hacia arriba, levante ambas manos para transferir las correas.
5. Ajuste la tensión de tensión de las correas en la nueva posición y bloquee el perno de bloqueo de la placa del motor.





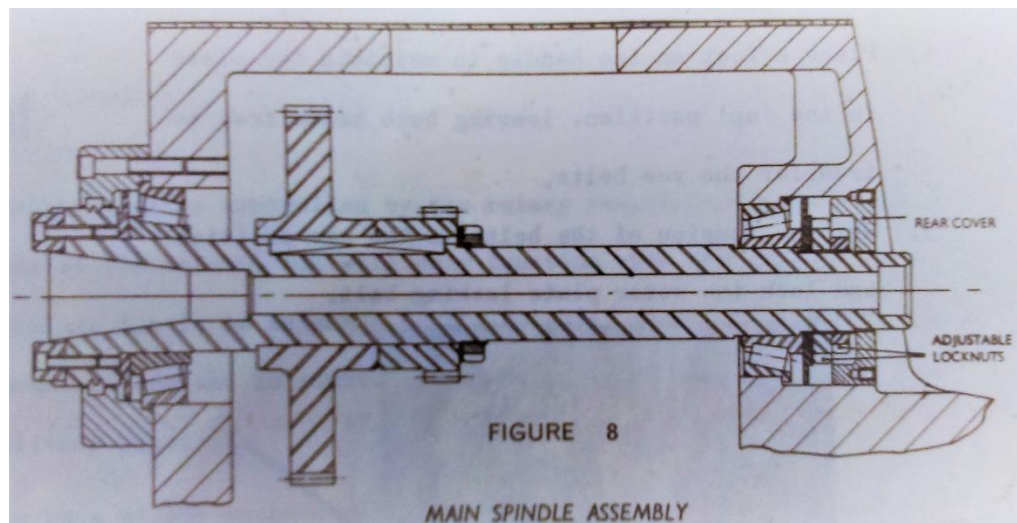
Numero de parte	Nombre de la parte
1	Placa de motor
2	Collar giratorio
3	Perno de bloqueo
4	Pin de levantamiento
5	Anaquel de giro
6	Pivote

**FIGURA 7**

### Mantenimiento

Los cojinetes del husillo principal se pueden ajustar extrayendo el pilar trasero y ajustando las dos tuercas de seguridad. Vea la Figura 8. Se debe tener un gran cuidado cuando el ajuste de la máquina debe realizarse con un cheque que comprenda que el aumento de temperatura de los cojinetes no sea excesivo.

El árbol fijo está equipado con un casquillo de bronce cónico que puede ajustarse para absorber el desgaste aflojando el bloqueo trasero y apretando la tuerca delantera una cantidad correspondiente.



**FIGURA 8**

### Alimentación automática

El mecanismo de accionamiento de la alimentación automática se evita de la sobrecarga mediante una mordaza de latón de 1/8 "de diámetro montada en la junta universal más próxima a la columna.

### Corredera

Los grifos cónicos controlan el espacio libre de la mesa y las correderas y el ajuste para el desgaste se ve afectado por los tornillos situados en el extremo.

El ajuste de rodilla se realiza mediante el retroceso de los pernos de fijación, véase la figura 4, y el ajuste del tornillo prisionero para ajustar la tira más cerca de la cola de cola de la columna; vuelva a montar los pernos de fijación después del ajuste.

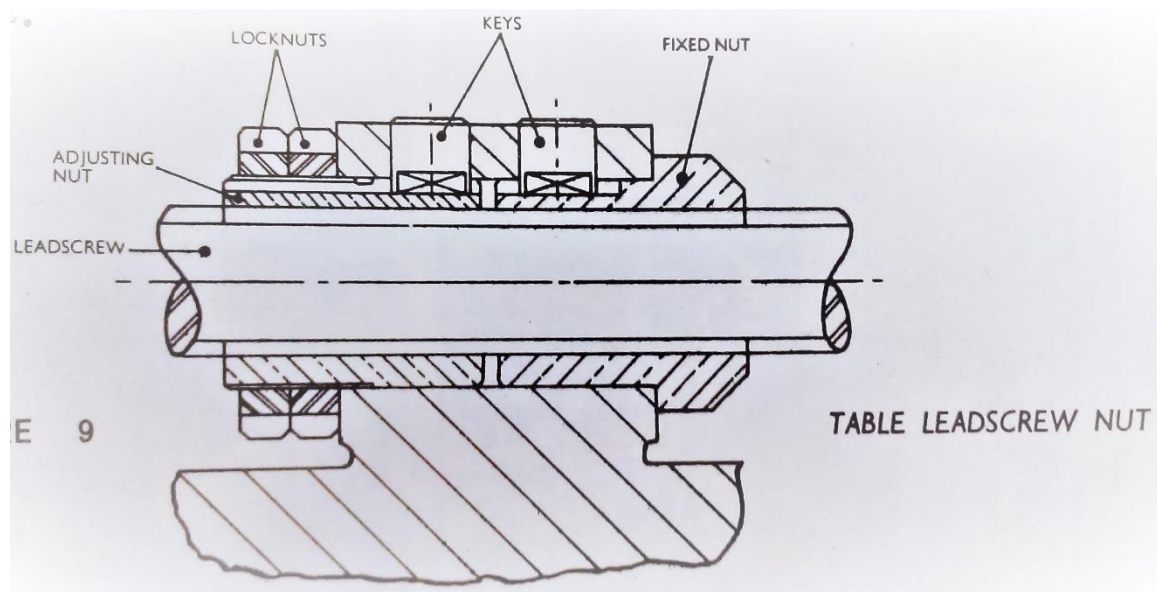


FIGURA 9

## Engranaje de columna

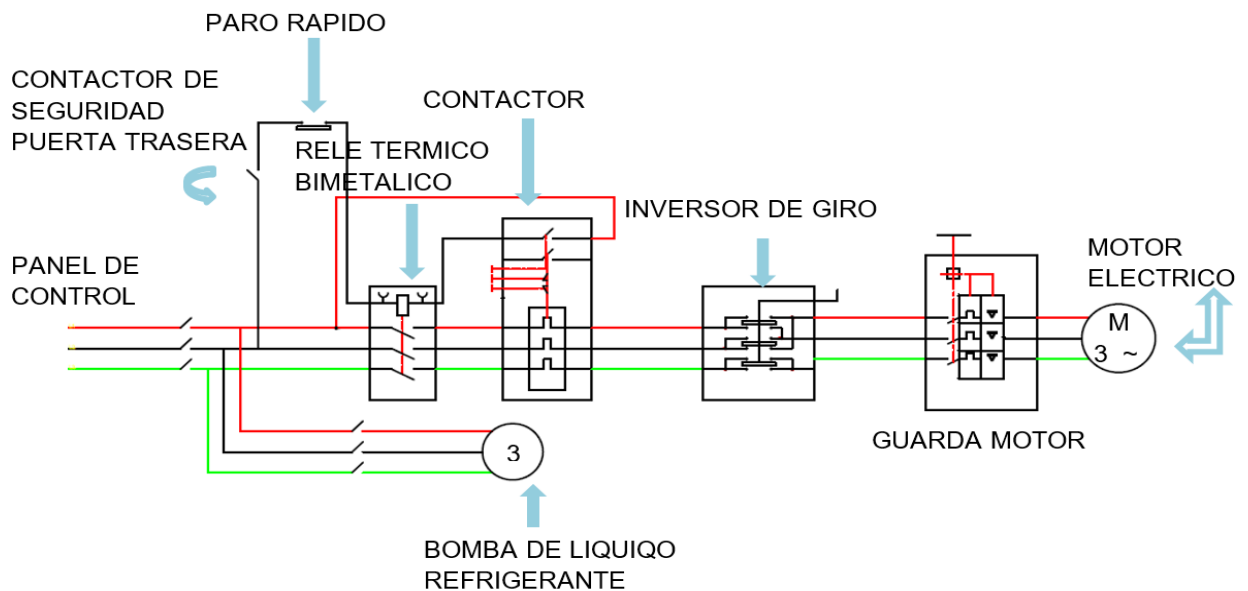
El engranaje de columna puede inspeccionarse parcialmente retirando la placa de inspección del panel de cambio de marchas.

## Tabla - tuerca de tornillo de plomo

la holgura excesiva en la tuerca del tornillo del plomo de la mesa se puede eliminar como sigue;

Retire ambos soportes de la mesa y presione la mesa hacia la izquierda, esto revelará la tuerca de la mesa. La tuerca de mesa se encuentra en dos mitades, tal como se ha ilustrado en la figura 9 y todo lo que es necesario para obtener la cantidad correcto de holgura es ajustar las contratuercas. Asegúrese de que las contratuercas estén apretadas después del ajuste.

## Circuito eléctrico.



ESPECIFICACIONES		
	SISTEMA INGLES	SISTEMA METRICO
<b>TABLA</b>		
SUPERFICIE DE TRABAJO	36" X 9"	914 x 229 mm
NUMERO Y TAMAÑO DE LA RANURA T	3 X 9/16 "	3 x 14.3 mm
DIAPASON DE RANURAS EN T	2"	50mm
<b>TRAVERSAL</b>		
LONGITUDINAL, MANUAL Y AUTOMATICO	20"	508 mm
CRUZADA, UNICAMENTE MANUAL	7"	178 mm
VERTICAL, UNICAMENTE MANUAL	14 5/8 "	375 mm
NUMERO DE VELOCIDADES LONGITUDINALES	18	18
RANGO DE VELOCIDADES	0.75-15 PULG/MIN	15-300 mm/min
GIRO DE LA TABLA A CADA LADO DEL CERO	45°	45°
DISTANCIA MAXIMA DEL HUSILLO A LA MESA	14 5/8 "	370 mm
<b>HUSILLO</b>		
HUSILLO NORMATIVO INTERNACIONAL	No. 40	No. 41
PASO DEL HUSILLO	1/2" -13 UNC	1/2-13 UNC
NUMERO DE VELOCIDADES DEL HUSILLO	12	13
RANGO DE VELOCIDADES DEL HUSILLO - 50 CICLOS	45-1215 rpm	45-1215 t / min
RANGO DE VELOCIDADES DEL HUSILLO - 60 CICLOS	54-1460 rpm	54-1460 t / min
DISTANCIA CENTRAL DEL HUSILLO	5 1/4 "	133mm
DIAMETRO DEL CORTADOR DEL ARBOL	1"	27mm
HILO DE LA ROSCA	5/8 "- 11UNC	5/8 "- 11UNC
<b>GENERAL</b>		
PODER DEL MOTOR	2 1/2 hp	3 1/2 hp
VELOCIDAD DEL MOTOR - 50 CICLES	1500rpm	1500 t/min
VELOCIDAD DEL MOTOR - 60 CICLOS	1800 rpm	1800 t/min
PESO NETO	2128 lb	965 kg
PESO BRUTO	2576 lb	1168 kg
TAMAÑO DE LA CARCASA	50" x 50" x 63"	2.6 m <sup>3</sup>